

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing:

22 February 2001 (22.02.01)

International application No.:

PCT/JP00/05464

Applicant's or agent's file reference:

OPA2008PC

International filing date:

15 August 2000 (15.08.00)

Priority date:

16 August 1999 (16.08.99)

Applicant:

HASEGAWA, Toshiaki et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

05 September 2000 (05.09.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.36

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年2月22日 (22.02.2001)

PCT

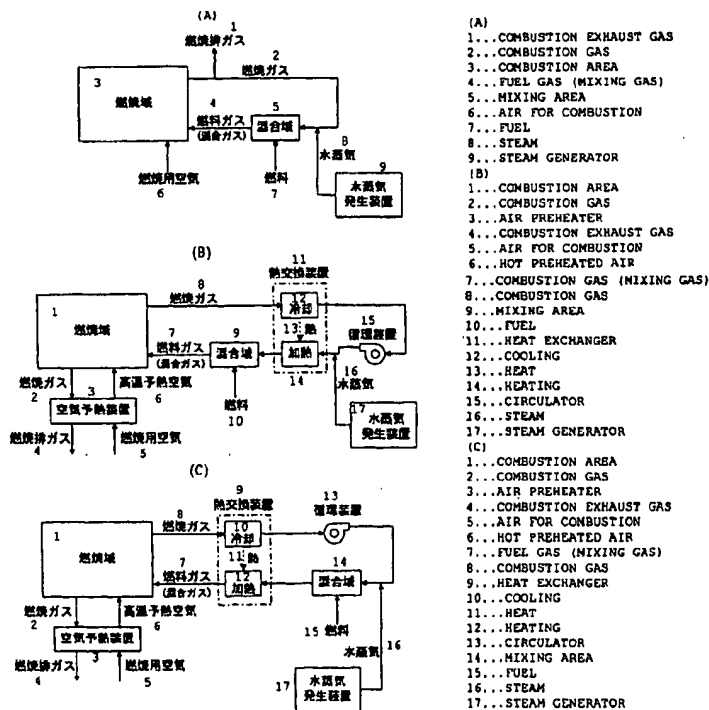
(10) 国際公開番号
WO 01/13042 A1

- (51) 国際特許分類: F23L 15/02, F23C 9/00, 11/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本
ファーンズ工業株式会社 (NIPPON FURNACE KO-
GYO KAISHA, LTD.) [JP/JP]; 〒230-8666 神奈川県横
浜市鶴見区尻手2丁目1番53号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05464 (71) 出願人 (米国についてのみ): 星野喜代子 (HOSHINO,
Kiyoko) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP]; 〒252-0813
神奈川県藤沢市亀井野412-5 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2000年8月15日 (15.08.2000) (71) 出願人 (米国についてのみ): 星野喜代子 (HOSHINO,
Kiyoko) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP]; 〒252-0813
神奈川県藤沢市亀井野412-5 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者: 星野俊文 (HOSHINO, Toshihumi) (死亡).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (72) 発明者; および
- (30) 優先権データ: (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川
敏明 (HASEGAWA, Toshiaki) [JP/JP]. 持田 晋
- 特願平11/229532 1999年8月16日 (16.08.1999) JP
特願平11/229535 1999年8月16日 (16.08.1999) JP

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR FEEDING FUEL

(54) 発明の名称: 燃料供給装置及び燃料供給方法



(57) Abstract: A device and a method for feeding fuel capable of improving a fuel/combustion air mixing process and a controllability of mixing ratio, and also a device and a method for combustion capable of developing noble combustion characteristics. The fuel feed device of the combustion device comprises fuel feed means, a combustion gas lead-out device, a steam feed device, a mixing device, and a fuel gas lead-in device, wherein the combustion gas lead-out device leads out combustion gas generated in a combustion area from the combustion area to the outside of a furnace, the mixing device mixes at least one of the combustion gas led to the outside of the furnace and steam from the steam feed device with fuel from the fuel feed means, and the fuel gas lead-in device leads a mixed fluid of combustion gas, steam, and fuel, as a fuel gas, into the combustion area and mixes the fuel gas flow with combustion air, whereby, a process where fuel is mixed with air after the combustion gas is led out of the furnace and a process where the fuel gas flow is mixed further with combustion air are executed stepwise so

as to improve the mixing process of fuel and combustion air and increase the controllability of the mixing ratio and, in addition, flame characteristics are controlled by such a fuel gas flow control so that a flame having novel characteristics can be formed in the combustion area.

[続葉有]

WO 01/13042 A1



(MOCHIDA, Susumu) [JP/JP]; 〒230-8666 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号 日本ファーンエス工業株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 島添芳彦(SHIMAZOE, Yoshihiko); 〒101-0021 東京都千代田区外神田2丁目2番17号 共同ビル41号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を改善し得る燃料供給装置及び燃料供給方法を提供するとともに、新規な燃焼特性を発揮し得る燃焼装置及び燃焼方法を提供する。燃焼装置の燃料供給装置は、燃料供給手段、燃焼ガス導出装置、水蒸気供給装置、混合装置及び燃料ガス導入装置を備える。燃焼ガス導出装置は、燃焼域に生成した燃焼ガスを燃焼域から炉外に導出する。混合装置は、炉外に導出した燃焼ガスおよび水蒸気供給装置の水蒸気の少なくとも一方と、燃料供給手段の燃料とを混合する。燃料ガス導入装置は、燃焼ガス、水蒸気及び燃料の混合流体を燃料ガスとして燃焼域に導入し、燃料ガス流を燃焼用空気と混合させる。燃焼ガスを炉外に導出した後に燃料と混合する工程と、燃料ガス流を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行され、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性が向上する。しかも、このような燃料ガス流の制御により、火炎特性を制御し、新規な特性を有する火炎を燃焼域に形成することが可能となる。

明 細 書

燃料供給装置及び燃料供給方法

技術分野

- 5 本発明は、燃料供給装置及び燃料供給方法に関するものであり、より詳細には、燃料及び燃焼用空気の混合の制御性や、燃料の燃焼特性、更には、燃焼域の火炎特性等を改善するための燃料供給装置及び燃料供給方法に関するものである。

10 背景技術

- 管式加熱炉、金属加熱炉、窯業焼成炉、金属熔融炉、ガス化熔融炉又はボイラー等の工業炉、或いは、ラジアントチューブバーナ等の燃焼加熱式放熱装置は、炭化水素系燃料を供給する燃料供給装置と、燃焼用空気を供給する空気供給装置と、燃料及び燃焼用空気を混合し且つ燃料を燃焼させるバーナー等の燃焼装置とを備える。燃焼装置において混合した燃料及び燃焼用空気は、拡散燃焼による火炎を燃焼域に生成する。この種の燃焼装置では、燃焼用空気の実際空気量は、燃料の完全燃焼のために、燃料の理論空気量を超える過剰な空気比に設定され、燃焼用空気及び燃料の混合比（空燃費）は、一般には、1.4乃至1.5程度に設定される。バーナー供給
- 15 前における燃料及び燃焼用空気の予混合は、予期せぬ逆火現象を生じさせることが懸念されており、一般には採用されておらず、燃焼用空気及び燃料は、空気吐出口及び燃料噴射口からバーナースロット又は炉内領域に導入され、主にバーナーの基部領域において混合する。例えば、バーナーは、流量差を有する燃料噴射流と空気流とを所望の如く混合すべく、旋回流型
- 20 又は保炎板型等の保炎器を備え、保炎器は、着火可能な高温循環流を燃料及び空気の混合域に形成し、これにより、火炎の吹き消えを防止し、火炎の安定性を確保する。

他方、炉内に生成した燃焼ガスは、炉内領域を循環する。炉内燃焼ガスは、燃焼用空気及び燃料の炉内流入に伴って炉外に排出される。高温の燃焼ガスは、熱回収可能な多大な熱量を依然として保有するので、熱交換装置又は廃熱ボイラ等の廃熱回収手段を介して外界に排気される。一般に、
5 廃熱回収手段は、燃焼用空気を予熱し、或いは、熱媒体として有効利用可能な流体を加熱する。

炉内燃焼ガスの一部は、燃焼用空気及び／又は燃料の噴流と混合する炉内再循環流を形成し、着火を促進するとともに、低酸素濃度の緩慢な燃焼反応を促す。燃焼ガス循環流と燃焼用空気又は燃料との混合は、火炎の局
10 所発熱を防止するとともに、窒素酸化物（ NO_x ）生成を抑制する上で有効であることから、近年殊に重視されている。

燃料噴流、燃焼用空気流および燃焼ガス再循環流の混合過程及び混合比は、燃焼用空気吐出口及び燃料噴射口の位置、構造及び形状、更には、燃焼炉の形態及び構造等により相違し、しかも、炉内領域における各種流体
15 の混合制御は、炉温、熱負荷及び炉内循環流の変動等の予測困難な各種の制御要因と関連するので、燃料、燃焼用空気及び炉内燃焼ガスの混合過程及び混合比は、容易には制御し難い。殊に、操業状態に相応して熱負荷及び炉温が比較的大きく変動する燃焼炉にあっては、燃焼ガス再循環流と空気及び／又は燃料との混合は、燃焼用空気温度の低下時に燃焼安定性を阻
20 害する懸念があり、これを回避し得る対策が必要とされる。かくして、燃料、燃焼用空気及び炉内燃焼ガスの混合過程及び混合比を任意に可変制御し、燃焼域の燃焼反応を常に適正化することができる燃料供給装置の開発が望まれる。

また、本願出願人が開発した燃焼法として、燃焼用空気を 800°C 以上の
25 の超高温に予熱し、高温予熱空気を混合域又は燃焼域に導入する超高温空気燃焼法が知られている。 800°C 以上に加熱された高温予熱空気による火炎の燃焼モードは、 400°C 以下の予熱空気による通常火炎の燃焼モー

ド、或いは、400乃至800℃の温度範囲に加熱された予熱空気による遷移火炎の燃焼モードと比較し、極めて広範囲の空気比の燃焼雰囲気において安定燃焼する。超高温空気燃焼法における燃焼安定性は、空気予熱温度の高温化により反応速度が増大し、燃焼特性が従来のものと比べて全く相違することによるものと考えられる。殊に、燃焼用空気又は燃焼用混合
5 気を燃料の自己着火温度よりも高い温度に加熱したとき、着火過程において外部着火を要しない燃焼反応を実現することができる。しかも、超高温予熱空気燃焼法によれば、失火現象を回避しつつ、燃焼用空気の供給流速を可成り高速化し、燃焼用空気を高速流として混合域又は燃焼域に供給し
10 得る。更に、このような超高温空気燃焼法により燃焼域に形成される火炎においては、火炎容積の増大および火炎輝度の低下等の現象が観られる一方、局部熱発生現象は抑制され、この結果、燃焼領域の温度場は均一化する。

ここに、管式加熱炉等の加熱装置に関する輻射及び対流伝熱効果の研究
15 は、従来は、被加熱管の局所的な過熱を防止した上で炉内に所望の温度場を形成する燃焼装置や、被加熱管の配置及び構造等の開発を主に意図したものであった。しかしながら、空燃比が10を超える従来の燃焼装置においては、空気及び燃料の混合は、一般に空気流の温度、流量、流速及び方向性等の制御により支配される傾向があり、燃焼域に生成する火炎の特性
20 は、実質的に空気流の物性及び流体特性により概ね決定されてしまう。例えば、混合域において燃焼反応した燃料及び空気は、燃焼装置の近傍で燃焼し尽くすことから、火炎は、燃焼装置の近傍にのみ形成し得るにすぎず、被加熱物の近傍には到達し難い。これに対し、燃料流体の到達距離等を増大すべく、燃料供給圧力を増大したり、或いは、燃料ノズル径を縮小し、
25 これにより、燃料の吹込み速度を高速化し得たとしても、燃料流体は、空気流量に比べて遙に少量であることから、燃料流体の流勢は、多量の空気流の流勢に打ち消され、吐出直後に失勢してしまうので、燃料流体の到達

距離を増大するには至らない。

他方、上記超高温空気燃焼法によれば、空気比及び空燃比を低減し且つ燃焼ガスの炉内循環流量を増大し得る結果として、緩慢な燃焼反応を炉内に維持し、炉内の温度場を均一化することが可能となる。しかしながら、
5 この種の燃焼法においては、空気流の供給流速は、比較的高速に設定される傾向がある。このため、燃料及び空気の混合の制御が空気流の制御に依存する傾向が、より一層顕著に現れてしまう。

しかも、超高温空気燃焼法では、燃料噴射流、燃焼用空気流及び炉内循環流の混合状態が燃焼反応を制御する上で重要な要因となることが既に判
10 明しており、これら3種の流体の混合制御を重視した装置構成を採用すべき必要がある。しかし、炉内燃焼ガスの循環流を燃料又は空気流と炉内領域で混合する従来の燃焼法によっては、このような各種流体の混合を確実に制御することは、実務的に極めて困難である。かくして、炉内に吐出する燃料流自体の制御性を向上し、燃料流の制御により火炎の位置、拡散態
15 様及び到達距離を制御するとともに、燃料、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合位置及び混合比の制御性を向上することができる新規な燃焼法の開発が望まれる。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とすると
ころは、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向上するこ
20 とができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することにある。

本発明は又、炉内燃焼ガス再循環流の制御に依存することなく、燃焼ガスと燃料とを任意に混合することができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することを目的とする。

本発明は更に、新規な燃焼特性を有する燃料ガスを生成する燃料供給装
25 置及び燃料供給方法を提供することを目的とする。

本発明の更に他の目的は、燃焼域に流入する燃料流の制御性を向上し、

燃料流の制御による火炎特性の制御を可能にする燃焼装置及び燃焼方法、
更には、被加熱物に作用する火炎の特性を制御することができる加熱装置
及び加熱方法を提供することにある。

5 発明の開示

本発明者は、上記目的を達成すべく、鋭意研究を重ねた結果、燃焼域の
高温燃焼ガスを炉外に導出して燃料と混合し、または、燃焼ガスに水蒸気
を添加して燃焼ガス中の水蒸気量を調節した後に燃料と混合し、或いは、
高温の水蒸気を燃料と混合することにより、燃料及び燃焼ガスの混合を確
10 実に制御し得るばかりでなく、新規な燃焼特性を有する多量の燃料ガスを
生成し得ることを見出し、かかる知見に基づき、本願発明を達成したもの
である。

即ち、本発明によれば、燃焼用燃料を供給する燃料供給手段と、燃焼用
空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えた燃料供給装置にお
15 いて、

炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気と、前記燃
料供給手段の燃料とを混合する混合装置と、

前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合流体を燃料ガスと
して前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合せしめる燃
20 料ガス導入装置とを備えることを特徴とする燃料供給装置を提供する。

本発明は又、燃焼用燃料及び燃焼用空気を燃焼域に供給する燃料供給方
法において、

炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気を混合域に
供給し、

25 前記燃焼用燃料を前記混合域に供給して、前記燃焼ガス及び／又は水蒸
気と前記燃料との混合流体を生成し、

前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記

燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃料供給方法を提供する。

本発明の上記構成によれば、燃料は、燃焼域から炉外に導出した燃焼ガスと、水蒸気供給手段の水蒸気との双方又は一方と混合する。燃料を燃焼ガス及び／又は水蒸気と混合する工程と、燃料及び燃焼ガスの混合流体を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行されるので、燃料、燃焼用空気、燃焼ガス及び／又は水蒸気の混合制御の任意性及び確実性は、大幅に向上する。燃料と、燃焼ガス及び／又は水蒸気との混合域には、希薄な燃料を含有する比較的多量の混合流体が生成する。混合流体は、炉内燃焼ガスの循環流とは独立して制御可能な運動量（モーメント）を有する多量の燃料ガス流として燃焼域に導入される。従って、炉内に導入された燃料ガス流は、炉内燃焼ガスの循環流に実質的に影響を受けずに燃焼用空気流と混合し、かくして、燃料及び燃焼ガスの混合過程及び混合比は、炉内燃焼ガスの再循環流の制御に依存することなく、燃料供給装置の制御下に可変制御される。

他の観点より、本発明は、上記構成の燃料供給装置と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えたことを特徴とする燃焼装置を提供する。本発明は又、上記構成の燃料供給方法を使用して、混合流体を燃料ガスとして燃焼域に導入し、燃料ガスを燃焼用空気と混合して燃料ガスの燃焼反応を燃焼域に生じさせることを特徴とする燃焼方法を提供する。

このような構成によれば、独立して制御可能な運動量を有する多量の燃料ガス流が燃焼域に導入されるので、燃焼域に生成する火炎の特性は、燃焼用空気流の制御のみに依存することなく、燃焼域に導入する燃料ガス流の制御によっても制御し得る。しかも、燃料は、炉外燃焼ガス及び／又は水蒸気と予め混合した後、燃焼用空気と混合するので、炉内循環流と空気又は燃料とを炉内で混合する従来方式の燃焼法に比べ、燃料及び燃焼用空

気の混合制御の自由度及び確実性を大幅に向上することができる。

更に他の観点より、本発明は、上記構成の燃焼装置を備えた加熱装置を提供するとともに、上記構成の燃焼方法により生成した火炎により被加熱物を加熱する加熱方法を提供する。

- 5 本発明の上記構成によれば、希薄な燃料を含有する比較的多量の燃料ガスを制御することにより、燃焼域に生成する火炎の特性を制御し、これにより、燃焼域の燃焼発熱反応を調整するとともに、被加熱物に対する火炎の輻射及び対流伝熱作用を改善することができる。

- 10 本明細書において、「燃料ガス」なる用語は、燃焼ガス及び／又は水蒸気と燃料とを混合してなる混合流体であって、燃焼用空気と燃焼反応可能な燃料成分を含有するガス流体を意味する。燃料ガス中の燃料成分は、高温の燃焼ガス及び／又は水蒸気との混合により活性化し、これに対し、低酸素濃度の燃焼ガスは、燃料成分の燃焼反応を抑制する。このような燃料ガスは、活性化した希薄な燃料成分を含有する低酸素濃度の高温燃料ガス
15 として、燃焼域に導入され、従来の燃料とは相違する新規な燃焼特性を発揮する。例えば、炉内に導入された燃料ガスは、炉内燃焼ガスと混合することなく、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応し、これにより、局所発熱及び窒素酸化物(NO_x)の生成を抑制した広域且つ比較的低温の拡散燃焼火炎を炉内に生成する。

- 20 所望により、燃焼ガス及び／又は水蒸気の一部は、燃焼用空気と混合する。燃焼ガス及び／又は水蒸気により希釈された低酸素濃度の燃焼用空気は、燃焼域に導入され、高温且つ低酸素濃度の上記燃料ガスと混合する。燃料ガス中の燃料成分は、低酸素濃度の燃焼用空気と更に緩慢に燃焼反応し、局所発熱を抑制した広範且つ低温の火炎を燃焼域に生成する。

- 25 また、燃焼ガス中の水蒸気、高温燃焼ガスとの混合又は熱交換により受熱した高温の水蒸気、或いは、別途の水蒸気加熱手段により 700°C 以上に加熱された高温の水蒸気は、燃料炭化水素の熱分解反応及び／又は水蒸

気改質反応を生じさせるので、燃料炭化水素は、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の改質ガスに改質される。従って、燃焼用空気と混合する前に重油等の比較的重質又は低質、或いは、低品位の炭化水素系燃料を軽質又は良質、或いは、高品位の炭化水素系燃料ガスに改質することが可能となる。

図面の簡単な説明

- 第 1 図～第 4 図は、本発明の好適な実施形態を示す燃料供給装置のブロックフロー図である。
- 10 第 5 図は、第 1 図（A）及び（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図である。第 6 図は、第 1 図（B）に示す燃料供給装置を備えた他の構成の燃焼装置の概略縦断面図であり、第 7 図は、第 6 図に示す燃料混合装置の作用を概略的に示すブロックフロー図である。第 8 図は、第 1 図（C）に示す構成の燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図
- 15 である。
- 第 9 図は、第 2 図（A）及び（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 10 図は、第 2 図（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。
- 第 11 図は、第 3 図（A）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 12 図は、第 3 図（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。第 13 図は、第 3 図（C）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。
- 20 第 14 図は、第 4 図に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 15 図及び第 16 図は、第 14 図に示す水蒸気加熱装置の構成を示す断面図である。
- 25 第 17 図～第 22 図は、本発明の第 1～第 6 実施例に係る燃料供給装置及び燃焼装置を示す断面図である。
- 第 23 図は、本発明に係る加熱装置の実施例を示す概略平面図であり、

第 2 4 図及び第 2 5 図は、加熱装置の変形例を示す概略平面図である。

なお、第 2 4 図は、冷間時における加熱装置の運転形態が示し、第 2 5 図は、加熱装置の熱間時の運転形態を示す。

第 2 6 図は、本発明に係る連続焼成型加熱炉の概略縦断面図である。

5

発明を実施するための最良の形態

図 1 (A) に示す燃料供給装置は、燃焼ガスを燃焼域から導出する燃焼ガス導出路と、燃料及び燃焼ガスの混合域と、燃料を混合域に供給する燃料供給路とを有する。燃焼域に生成した高温の燃焼ガスは、燃焼ガス導出路を介して燃焼域から炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスが、燃焼排ガスとして系外に排気され、燃焼ガスの残部は、混合域に導入される。所望により、水蒸気発生装置の水蒸気が燃焼ガスに注入され、燃焼ガス中の水蒸気量が調節される。炭化水素系燃料が、燃料供給路を介して混合域に導入され、燃焼ガスと混合し、この結果、燃料を燃焼ガスにより希釈してなる高温の混合ガス（燃料ガス）が、混合域に生成する。

燃焼ガスは、一般に、0%～10%の範囲の残存酸素濃度を有するにすぎず、従って、燃料供給路の燃料は、燃焼ガスと実質的に燃焼反応することなく、燃焼ガスに混合する。燃焼ガスの温度は、燃焼域の温度と実質的に等しく、従って、少量の低温燃料を混入した混合ガスは、燃焼ガスの温度よりも僅かに低い温度、例えば、800℃～1200℃の範囲の温度を依然として保有する。このような高温の混合ガスにおいては、燃焼ガス中の水蒸気は燃料を改質し、燃料は活性化し、この結果、常温の燃料に比べて燃焼反応し易い。これに対し、低酸素濃度の燃焼ガスは、燃料の燃焼反応を抑制する。

燃焼ガスの流量は、燃料供給量に比べて遙に大きく、従って、混合ガスは、希薄な燃料を含有した多量の燃料ガスとして燃焼域に導入される。燃焼用空気が燃焼用空気供給路を介して燃焼域に導入され、混合ガス流は、燃焼域の燃焼ガス循環流に実質的に影響を受けることなく、燃焼域におい

て燃焼用空気流と混合し、燃焼反応する。

燃料として、気体、液体、固体又は半固体の燃料を使用し得る。例えば、メタン等の炭化水素系の気体燃料を上記燃料として使用した場合、気体燃料は、燃焼ガスにより希釈された高温の燃料ガスとして燃焼域に流入する。

- 5 燃料及び燃焼ガスの混合過程及び導入過程に生じ得る燃料の熱分解反応及び／又は水蒸気改質反応により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の改質ガスを生成し、これを燃料ガスとして燃焼域に供給することも可能である。また、炭化水素系の液体燃料を上記燃料として使用した場合、蒸発過程及び熱分解過程を含めた燃料の改質反応が混合域及び導入路において進行し、良質の燃料ガス（改質ガス）を燃焼域に供給することができる。更に、微粉炭等の固体燃料を燃料として使用した場合、燃料は、高温の燃焼ガス中に浮遊し、混合域及び導入路において熱分解し、これにより、炭化水素ラジカル、水素、炭素及び一酸化炭素を含む高品位の燃料ガスを燃焼域に供給することが可能となる。なお、このような燃料炭化水素の改質作用には、燃焼ガス中の水蒸気が実質的に影響しているものと考えられることから、上記水蒸気発生装置は、燃焼ガス中の水蒸気量を増量すべく、所望により水蒸気を燃焼ガスに添加し、燃料の水蒸気改質反応を促進する。
- 10
- 15

- 図 1 (A) に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図が、図 5 (A) に図示されている。燃焼装置は、燃焼室 1、強制給気ファン 2 及び燃焼用空気供給装置 30 を備えるとともに、燃料供給装置を構成する燃料混合装置 10 及び排ガス循環ファン 3 を備える。給気ファン 2 は、外気吸入路 OA を介して吸引した外気を燃料用空気供給路 CA に圧送する。空気供給装置 30 は、燃焼室 1 に開口した燃焼用空気吐出口 35 を備え、供給路 CA の燃焼用空気は、吐出口 35 から燃焼室 1 内に流入する。排ガス循環ファン 3 は、燃焼ガス導出口 90 及び燃焼ガス導出路 EX、ER を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、燃焼ガスを燃焼ガス導入路 RG から燃料混合装置 10 に供給する。水蒸気ボイラー等の水蒸気発生装置 8 が、水蒸
- 20
- 25

気供給路 S T を介して燃焼ガス導入路 R G に接続され、150～300℃の過熱水蒸気を燃料ガスに注入し、燃焼ガス中の水蒸気量を調節する。なお、燃焼ガスの一部は、排気流路 E G を介して系外に排気される。

空気供給装置 30 の内側に配置された燃料混合装置 10 は、燃料ノズル 11、燃焼ガス導入部 12、混合域 15 及び燃料ガス噴射口 16 を備える。燃料ノズル 11 は、燃料供給路 F の供給燃料を混合域 15 に噴射し、燃焼ガス導入部 12 は、燃焼ガス導入路 R G の燃焼ガス（及び水蒸気）を混合域 15 に導入する。混合域 15 は、燃料と、燃焼ガス（及び水蒸気）とを混合し、混合ガス（燃料ガス）を燃焼室 1 に噴射する。燃焼室 1 に噴射する混合ガスの流量、噴射圧力及び方向は、燃料ノズル 11 及び燃焼ガス導入部 12 が噴射する燃料及び燃焼ガスの流量、噴射圧力及び方向により制御されるとともに、混合域 15 の構造により規制される。

燃焼室 1 に噴射した混合ガスは、空気供給装置 30 が吐出する燃焼用空気と混合し、燃焼する。燃焼用空気と概ね同等の流量を有する混合ガスは、燃焼用空気流の運動量（モーメント）に相当する運動量を有するので、温度差による浮力及び燃焼用空気流の方向性及び流勢に実質的に影響されることなく、燃料混合装置 10 が設定した方向に流動し、燃焼用空気と混合する。低酸素濃度の燃焼ガスにより燃焼反応を抑制された混合ガスは、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応するので、燃焼域に拡散する混合ガスは、所期の到達距離を確保し、燃焼火炎は、燃料混合装置 10 及び空気供給装置 30 の近傍にのみ局所的且つ集中的に生じることなく、炉内の所定領域に所望の如く生成する。

このような燃料供給法によれば、燃焼ガスを炉外に導出した後に燃料と混合する工程と、燃料及び燃焼ガスの混合流体を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行される。混合ガスの組成及び流量は、混合域 15 に導入される燃焼ガス（及び水蒸気）の流量、燃料供給路 F の燃料供給量、更には、燃焼ガス及び燃料の混合比により可変制御される。燃焼ガス及び燃料の混合比は、好適には、1：1～20：1 の範囲に設定される。

混合域に生成した高温の混合ガスは、燃料自体の供給流量よりも遙に大きな流量の燃料ガスとして燃焼域に供給されるので、炉内の燃焼ガス循環流と混合して消勢することなく、燃焼用空気と混合する。従って、燃料ガス及び燃焼用空気の混合比、混合位置、混合形態及び燃焼特性は、燃焼用空気流及び燃料ガス流の双方を調節することにより制御される。燃料ガス及び燃焼用空気の混合比は、好適には、1 : 10 ~ 20 : 10 の範囲に設定される。また、燃焼域に流入する燃料ガスの流速は、好ましくは、10 ~ 150 m/s の範囲に設定される。かくして、燃料及び燃焼ガスの混合過程及び混合比は、炉内燃焼ガスの再循環流の影響を実質的に受けることなく、任意に制御することができ、従って、燃料、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合制御の任意性及び確実性は、大幅に向上する。しかも、混合ガス（燃料ガスは、燃焼ガス（及び水蒸気）により増量するので、混合ガスの流速、流量及び方向性等の制御により、燃焼反応の領域、火炎の位置及び方向性等を制御することが可能となる。

また、上記混合ガスは、活性化した希薄な燃料成分を含有する低酸素濃度の高温燃料ガスとして、燃焼域に導入され、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応する。この結果、火炎の局所発熱及び窒素酸化物（ NO_x ）の生成を抑制する上で有利な広域且つ比較的低温の拡散燃焼火炎が、炉内に生成する。しかも、上記燃料供給装置によれば、炉温及び熱負荷が変動する加熱炉等において、炉温及び熱負荷の変動に相応して燃料及び燃焼用空気の混合比を可変制御することができるので、実務的に極めて有利である。

本発明の他の実施形態が図1（B）に図示されている。図1（B）に示す燃料供給装置では、燃料ガス導出路、混合域及び燃料ガス導入路を含む循環回路は、ガス流体を強制循環する強制循環ファン等の循環装置を備え、るとともに、循環装置の熱負荷及び熱応力を軽減すべく、燃焼ガスを過渡的に冷却する熱交換装置を備える。熱交換装置は、高温の燃焼ガスを過渡的に冷却する冷却部と、降温した燃焼ガスを再熱する加熱部とを有する。冷却部は、燃焼域から導出した燃焼ガスを200℃乃至300℃程度の温

度に冷却し、加熱部は、冷却部において受熱した顕熱を冷却後の燃焼ガスに放熱する。冷却部において降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置の水蒸気と混合した後、加熱部において、導出直後の温度と同等の温度に昇温する。また、燃焼用空気は、燃焼用空気を800℃以上、好ましくは、1000℃以上の超高温域に予熱する空気予熱装置を介して、燃焼域に供給される。

図5(B)は、図1(B)に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図である。燃焼装置は、図5(A)に示す燃焼装置と実質的に同一の燃焼室1、強制給気ファン2、排ガス循環ファン3、水蒸気発生装置8、
10 燃料混合装置10及び空気供給装置30を備える。燃焼装置は更に、熱交換装置13、33及び強制排気ファン4を有し、熱交換装置13、33は夫々、複数の区画に分割された蓄熱体14、34を備える。熱交換装置13は、図1(B)に示す冷却部及び加熱部を構成し、熱交換装置33は、図1(B)に示す空気予熱装置を構成する。熱交換装置13、33として、
15 ディスク回転式の流路切換装置20、40を備えた高速切換式の蓄熱型熱交換器を好適に使用し、蓄熱体13、14として、多数の狭小流路を有するハニカム構造のセラミックス製蓄熱体を好適に使用し得る。この形式の熱交換装置の構造は、例えば、本願出願人による特願平7-284825号(特開平9-126675号公報)等に詳細に開示されているので、更
20 なる詳細な説明は、省略する。

外気吸入路OA及び空気供給路CAに接続された給気ファン2は、燃焼用空気を熱交換装置33に導入し、排気ファン4は、燃焼ガス導出口91、排气流路E1、熱交換装置33及び排气流路E2を介して燃焼室1の燃焼ガスを誘引する。蓄熱体34の各区画は、高温の燃焼排ガスと低温の燃焼
25 用空気とに交互に伝熱接触し、燃焼排ガスが保有する顕熱を燃焼用空気に熱伝達し、燃焼用空気を800℃以上の超高温域に加熱する。高温の燃焼用空気は、高温空気供給路SAを介して空気供給装置30に供給され、吐出口35から燃焼室1内に流入する。他方、200℃乃至300℃程度に

降温した排気流路 E 2 の燃焼排ガスは、排気流路 E 3 から系外に排気される。

排ガス循環路 R 3、R 4 に接続された排ガス循環ファン 3 は、燃焼ガス導出口 9 0、燃焼ガス導出路 E X 及び熱交換装置 1 3 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引する。蓄熱体 1 4 の低温区画が、高温の燃焼ガスと伝熱接触して蓄熱し且つ燃焼ガスを冷却する。降温した燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、蓄熱により昇温した蓄熱体 1 4 の高温区画と伝熱接触する。燃焼ガス（及び水蒸気）は、蓄熱体 1 4 を冷却するとともに、蓄熱体 1 4 から受熱し、8 0 0℃以上、好ましくは、1 0 0 0℃以上の超高温域に加熱され、高温の燃焼ガスとして燃焼ガス導入路 R G から燃料混合装置 1 0 に供給される。所望により、燃焼ガスの一部は、燃焼排ガスとして排気流路 E G から系外に排気される。

図 1（B）及び図 5（B）に示す実施形態によれば、燃料供給装置は、冷却部及び加熱部を構成する熱交換装置 1 3 を介装した燃焼ガスの循環回路 E X、R G を備えており、循環ファン 3 の熱負荷及び熱応力は大幅に軽減する。燃料供給装置は又、燃焼用空気を上記超高温域に予熱する熱交換装置 3 3 と関連しており、燃焼室 1 の燃焼域には、超高温予熱空気が供給される。

一般に、かかる超高温予熱空気による燃焼反応は、高速の燃焼用空気流の存在下に円滑に進行することが判明しており、燃焼用空気流の流速は、1 0 m/s 以上の高速に設定し得る。高速の空気流は、炉内循環流を活性化するばかりでなく、広範な燃焼反応領域を燃焼室 1 内に形成する。しかも、低酸素濃度の燃焼ガスを多量に含む混合ガスは、超高温域に予熱された燃焼用空気と混合して自己着火し、低酸素濃度の高温燃焼雰囲気（燃焼用空気と混合して自己着火し、低酸素濃度の高温燃焼雰囲気）を炉内に形成する。混合ガス中の燃料成分は、高温燃焼雰囲気による燃焼反応の促進、燃焼ガス（及び水蒸気）との予混合による燃料の活性化、低酸素濃度に伴う燃焼反応の抑制、更には、高速流による燃焼反応の広域化等の作

用を受け、広範な領域において緩慢に燃焼反応し、比較的低温且つ広域の燃焼火炎を燃焼域に生成する。このような低酸素濃度の高温燃焼雰囲気は、火炎の局所発熱及び窒素酸化物（ NO_x ）の生成を有効に抑制する。

図 6 は、図 1（B）に示す燃料供給装置を備えた他の構成の燃焼装置を示す概略縦断面図である。なお、図 6（A）は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 6（B）は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。また、図 6 において、上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図 6 に示す燃焼装置は、一对の燃料混合装置 10 A、10 B 及び一对の空気供給装置 30 A、30 B を備える。燃焼装置は、熱交換装置の構成に関し、図 5（B）に示す燃焼装置と相違しており、燃料混合装置 10 A、10 B は夫々、蓄熱体 14 を内蔵し、空気供給装置 30 A、30 B は夫々、蓄熱体 34 を内蔵する。蓄熱体 14、34 として、ハニカム構造のセラミックス製蓄熱体を好適に使用し得る。燃焼装置は又、燃焼ガスの流路を切
15 換える流路切換装置 20 と、燃焼用空気の流路を切換える流路切換装置 40 とを備える。流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔毎に第 1 位置（図 6 A）又は第 2 位置（図 6 B）に交互に切換えられる。

第 1 燃焼工程（図 6 A）において、給気ファン 2 は、外気吸入路 O A の外気を空気供給路 C A から流路切換装置 40 に導入し、燃焼用空気は、給
20 排流路 L 1 を介して空気供給装置 30 A に供給される。燃焼用空気は、空気供給装置 30 A の蓄熱体 34 と伝熱接触し、蓄熱体 34 の放熱作用により上記超高温域に加熱され、しかる後、空気吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。排気ファン 4 は、空気供給装置 30 B、給排流路 L 2、流路切
25 換装置 40 及び排气流路 E 2、E 3 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを系外に排気する。空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 は、高温の燃焼排ガスと伝熱接触して加熱され、燃焼ガスは、降温する。

排ガス循環ファン 3 は、燃料混合装置 10 B、排ガス循環路 R 2、R 3

及び流路切換装置 20 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、流路切換装置 20 及び排ガス循環路 R 4、R 1 を介して燃焼ガスを燃料混合装置 10 A に供給する。燃料混合装置 10 B を流通する燃焼室 1 の高温燃焼ガスは、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 と伝熱接触して冷却するとともに、蓄熱体 14 を加熱する。降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、循環ファン 3 の循環圧力下に燃料混合装置 10 A に供給され、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 を流通し、高温の蓄熱体 14 との熱交換により上記超高温域に加熱される。燃料混合装置 10 A の燃料ノズル 11 は、加熱後の燃焼ガス（及び水蒸気）に燃料を吐出し、燃焼ガス及び燃料の混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流入する。

第 2 燃焼工程（図 6 B）において、燃焼用空気は、外気吸入路 O A、空気供給路 C A、流路切換装置 40 及び給排流路 L 2 を介して空気供給装置 30 B に供給される。燃焼用空気は、空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 と熱交換し、上記超高温域に加熱され、高温の燃焼用空気として空気吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。排気ファン 4 は、空気供給装置 30 A、給排流路 L 1、流路切換装置 40 及び排気流路 E 2、E 3 を介して、燃焼ガスを系外に排気する。空気供給装置 30 A の蓄熱体 34 は、高温の燃焼ガスと伝熱接触して加熱され、燃焼排ガスは冷却される。

排ガス循環ファン 3 は、燃料混合装置 10 A、排ガス循環路 R 1、R 3 及び流路切換装置 20 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、流路切換装置 20 及び排ガス循環路 R 4、R 2 を介して燃焼ガスを燃料混合装置 10 B に供給する。燃焼室 1 の高温燃焼ガスは、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 と伝熱接触して冷却し、蓄熱体 14 を加熱する。降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、循環ファン 3 の循環圧力下に燃料混合装置 10 B に供給され、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 と熱交換して上記超高温域に加熱される。燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 は、加熱後の燃焼ガス（及び水蒸気）に燃料を吐出し、燃焼ガス

及び燃料の混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流入する。

図 7 は、図 6 に示す燃料混合装置 10 A、10 B の作用を概略的に示すブロックフロー図であり、図 7 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、
5 図 7 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

上記燃焼装置の構成によれば、燃焼室 1 の燃焼ガスは、一方の燃料混合装置 10 を介して燃焼域から導出され、排ガス循環ファン 3 の循環圧力下に循環路 R 1、R 2 を循環し、所望により水蒸気を添加した後、他方の燃料混合装置 10 に供給され、再熱後に燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼
10 域に導入される。高温燃焼ガスの顕熱は、炉外導出時に蓄熱体 14 に過渡的に蓄熱され、燃料と混合する直前の低温燃焼ガスに放熱される。第 1 及び第 2 燃焼工程が短時間に交互に反復実行され、燃焼ガス（及び水蒸気）は、連続的に冷却され且つ再熱される。

同様に、第 1 及び第 2 燃焼工程の反復により、燃焼用空気は、蓄熱体 3
15 4（図 6）を介して燃焼ガスの顕熱を継続的に受熱し、連続的に超高温域に予熱される。混合ガス及び燃焼用空気は、隣接する燃料混合装置 10 及び空気供給装置 30 から燃焼室 1 に夫々導入され、燃焼室 1 の燃焼域には、上述の如く、緩慢な燃焼反応、燃料ガス流の容積及び流速の増大、更には、燃焼用空気の流速増大等に伴う広域且つ比較的低温の燃焼火炎が生成する。

20 本発明の更に他の実施形態が図 1 (C) に図示されている。図 1 (C) に示す燃料供給装置は、図 1 (B) に示す実施形態と類似し、燃焼ガスの冷却部及び加熱部と、空気予熱装置とを備える。しかしながら、本実施形態において、混合域 15 は、加熱部と循環装置との間に配置される。このような実施形態によれば、燃料は、冷却部において降温した燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合域の混合ガスは、加熱部において上記超高温域
25 に加熱される。加熱部における混合ガスの昇温過程により、混合ガスの熱分解反応及び水蒸気改質反応が生じ、混合ガスは、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料ガスに改質され

る。

図 8 は、図 1 (C) に示す構成の燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、図 8 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 8 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図 8 に示す燃焼装置は、蓄熱体 1 4 を内蔵した燃料混合装置 1 0 A、1 0 B と、蓄熱体 3 4 を内蔵した空気供給装置 3 0 A、3 0 B と、燃焼ガス及び燃焼用空気の流路を切換える流路切換装置 2 0、4 0 とを備えた点において、図 6 に示す燃焼装置と類似する。しかしながら、図 8 に示す燃焼装置では、蓄熱体 1 4 は、燃焼室 1 と混合域 1 5 との間に介装され、蓄熱体 1 4 の狭小流路は、燃焼室 1 と混合域 1 5 とを相互連通する。

第 1 燃焼工程 (図 8 A) において、燃料混合装置 1 0 A の燃焼ガス導入部 1 2 に供給された低温の燃焼ガス (及び水蒸気) は、燃料混合装置 1 0 A の燃料ノズル 1 1 から吐出した燃料と混合し、燃焼ガス (及び水蒸気) と燃料との混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 との熱交換により上記超高温域に加熱される。高温の燃料ガスは、燃料ガス噴射口 1 6 から燃焼室 1 内に流入する。

第 2 燃焼工程 (図 8 B) において、燃料混合装置 1 0 B の燃焼ガス導入部 1 2 に供給された低温の燃焼ガス (及び水蒸気) は、燃料混合装置 1 0 B の燃料ノズル 1 1 から吐出した燃料と混合し、燃焼ガス (及び水蒸気) と燃料との混合ガスは、燃料混合装置 1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 との熱交換により上記超高温域に加熱された後、燃料ガス噴射口 1 6 から燃焼室 1 内に流入する。

混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通する間に受熱し、熱分解反応し、比較的良質の燃料ガスに改質される。燃料混合装置 1 0 A、1 0 B から燃焼室 1 内に噴射した混合ガスは、隣接する燃焼用空気吐出口 3 5 から燃焼域に流入する高温の燃焼用空気と混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気による広範な燃焼火炎を燃焼室 1 に生成する。

図 2 (A)、(B) 及び (C) には、本発明の他の実施形態が示されている。図 2 (A)、(B) 及び (C) は、図 1 (A)、(B) 及び (C) の各実施形態と概ね相応した構成を有するが、図 2 に示す各実施形態では、
5 燃焼ガスの一部が燃焼用空気と混合する。図 2 (A) に示す燃料供給装置において、炉外に導出された燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料との混合域に導入されるばかりでなく、燃焼用空気との混合域にも導入される。図 2 (B) に示す燃料供給装置は、高温予熱空気と高温燃焼ガスとを混合する混合域を備えており、加熱部において再熱された燃焼ガス（及び水蒸気）の一部が、高温予熱装置により超高温に予熱された燃焼用空気と混合する。
10 図 2 (C) に示す燃料供給装置は、燃焼用空気と低温燃焼ガス（及び水蒸気）とを混合する混合域を備えており、冷却部において 200℃乃至300℃程度の温度域に降温した燃焼ガス（及び水蒸気）の一部が、高温に予熱する前の常温空気と混合する。

このような実施形態によれば、燃焼用空気と燃焼ガス（及び水蒸気）と
15 混合により燃焼用空気の酸素濃度が低下し、燃焼用空気の燃焼反応性が抑制される。低酸素濃度の燃焼用空気は、同様に燃焼ガス（及び水蒸気）により希釈された低酸素濃度の燃料ガスと混合し、低酸素濃度の燃焼雰囲気
を燃焼域に形成する。この結果、燃焼域には、緩慢な燃焼反応が進行し、
広域且つ均等な火炎が生成する。

20 図 9 (A)、(B) 及び図 10 は、図 2 に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。図 9 及び図 10 において、上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照
符号が付されている。

図 9 (A) 及び図 9 (B) に示す燃焼装置は、空気供給装置 30 に接続
25 された燃焼ガス導入路 R G の分流路 R 5 を備える。燃焼ガス導入路 R G を流通する燃焼ガス（及び水蒸気）は、分流路 R 5 の分岐部で分流し、燃焼
ガス（及び水蒸気）の一部は、空気供給装置 30 において燃焼用空気と混合する。

図 10 に示す燃焼装置では、排ガス循環路 R 1 の分岐路 R 5 が、空気供給装置 30 A に接続され、排ガス循環路 R 2 の分岐路 R 6 が、空気供給装置 30 B に接続される。第 1 燃焼工程（図 10 A）において、排ガス循環路 R 1 の燃焼ガス（及び水蒸気）は、分岐路 R 5 から部分的に空気供給装置 30 A に導入され、燃焼用空気と混合する。第 2 燃焼工程（図 10 B）において、排ガス循環路 R 2 の燃焼ガス（及び水蒸気）は、分岐路 R 6 から部分的に空気供給装置 30 B に導入され、燃焼用空気と混合する。

図 3（A）、（B）及び（C）には、本発明の更に他の実施形態が示されている。図 3 に示す実施形態は、燃焼ガス中の水蒸気的作用を殊に重視した構成のものであり、燃焼ガスの熱により 700℃以上、好ましくは、1000℃以上、更に好ましくは、1500℃以上の超高温に加熱された水蒸気が、燃料と混合する。即ち、前述の各実施形態では、燃料に含まれる炭化水素の改質反応は、主として、燃焼ガス中の高温水蒸気の影響により効果的に進行しているものと考えられるが、本実施形態では、このような高温水蒸気的作用を更に顕在化すべく、燃焼ガスが保有する顕熱を水蒸気に伝熱して水蒸気を 700℃以上に超高温に加熱し、高温の水蒸気を燃料と混合するようにしている。高温水蒸気は、改質材且つ高温熱媒体として機能し、燃料は、高温水蒸気の影響により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料に改質され、高温の燃焼用空気と混合して燃焼する。なお、図 3（A）及び図 3（B）に示す装置では、燃焼ガスは、水蒸気を加熱した後、系外に排気される。

図 11、図 12 及び図 13 は、図 3 の各図に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。図 11 乃至図 13 の各図に示す燃焼装置は、図 6 に示す燃焼装置と類似した全体構成を備える。しかしながら、本実施形態では、水蒸気発生装置 8 の水蒸気が、水蒸気供給路 S T を介して流路切換装置 20 及び／又は外気吸入路 O A に供給される。水蒸気は、蓄熱体 14、34 と伝熱接触し、700℃以上の高温に加熱された後、燃料と混合する。なお、図 11 には、燃焼装置の第 1 燃焼工程（図 11 A）及

び第2 燃焼工程（図1 1 B）が示されており、図1 2 及び図1 3 には、燃焼装置の第1 燃焼工程のみが図示されている。

図4 には、本発明の更に他の実施形態が示されている。図4 に示す実施形態は、高温水蒸気を燃料と混合して燃料の改質反応を促進する点において、図3 に示す実施形態と類似するが、本実施形態では、燃料供給装置は、水蒸気を高温に加熱する水蒸気加熱装置を更に備える。水蒸気加熱用の燃料及び燃焼用空気が、水蒸気加熱装置の燃焼室に供給され、水蒸気発生装置の水蒸気は、燃焼室の燃焼熱を受熱し、7 0 0 ℃以上の高温に加熱される。高温水蒸気は、混合域に供給され、燃料と混合して燃料を改質する。

10 燃料及び高温水蒸気の混合気は、良質の燃料ガスとして高温の燃焼用空気と更に混合し、燃焼装置の燃焼域において燃焼する。

図1 4 は、図4 に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、図1 5 及び図1 6 は、水蒸気加熱装置の構成を示す断面図である。

図1 4 に示す如く、水蒸気加熱装置8 0 は、水蒸気供給路L S を介して

15 水蒸気発生装置8 に接続されるとともに、高温水蒸気供給路H S を介して流路切換装置2 0 に接続される。高温水蒸気は、第1 燃焼工程（図1 4 A）において、燃料混合装置1 0 A の混合域1 5 に導入され、第2 燃焼工程（図1 4 B）において、燃料混合装置1 0 B の混合域1 5 に導入される。いずれの燃焼工程においても、高温水蒸気は、燃料ノズル1 1 から吐出した燃料と混合した後、燃料ガス噴射口1 6 から燃焼室1 内に流入する。高温水蒸気は、混合域1 5 に高温雰囲気形成するとともに、炭化水素系燃料と

20 水蒸気改質反応し、燃料を良質の燃料ガスに改質する。

図1 5 及び図1 6 に示す如く、水蒸気加熱装置8 0 は、加熱炉本体8 8、4 方弁9 5 及び切換制御弁8 5、8 6、8 7 を備える。加熱炉本体8 8 は、

25 左右一対のハニカム型蓄熱体8 1、燃焼室8 2、燃焼用空気吐出部8 3 及び燃料ノズル8 4 を有する。燃焼用空気供給路S A 及び燃料供給路S F の空気及び燃料が、制御弁8 5、8 6 の制御下に空気吐出部8 3 及び燃料ノズル8 4 から燃焼室8 2 のいずれか一方に交互に供給され、水蒸気供給路

L Sの水蒸気が、4方弁95の制御下に蓄熱体81のいずれか一方に交互に供給される。燃焼室82に生成した高温の燃焼ガスは、蓄熱体81を加熱した後、排気路E A及び排気流路E Gから排気される。比較的低温の水蒸気は、分配路L 1又はL 2から高温の蓄熱体81に供給され、蓄熱体81に伝熱接触して800℃以上の高温に加熱された後、供給路H Sに流出し、流路切換装置20（図14）に供給される。所望により、制御弁87を開放し、排ガス循環路R 3の燃焼ガスの一部又は全量を燃焼ガス流路E Bから水蒸気供給路L Sに導入し、水蒸気供給路L Sの水蒸気流に混合しても良い。

以下、図17乃至図26を参照して、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。なお、以下の各図において、図1乃至図16に示す各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図17は、本発明の第1実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置を示す断面図である。図17（A）は、燃焼装置の第1燃焼工程を示し、図17（B）は、燃焼装置の第2燃焼工程を示す。

図17に示す燃焼装置は、図6に示す燃焼装置の構成を更に具体化したものであり、空気供給装置30A、30B、流路切換装置40及び給気ファン2を備えるとともに、燃料供給装置を構成する燃料混合装置10A、10B、流路切換装置20及び排ガス循環ファン3を備える。流路切換装置20、40は、第1位置（図17A）又は第2位置（図17B）に交互に切換えられる。燃料混合装置10A、10B及び空気供給装置30A、30Bは、所定の傾斜角度をなして燃焼室1の炉体Wに固定される。装置10A、30Aの中心軸線は、燃焼室1内の燃焼域において交差するように配向され、装置10B、30Bの中心軸線は、燃焼室1内の燃焼域において交差するように配向される。

燃料混合装置10A、10Bは、円筒形ケーシング17と、ケーシング17内に収容された蓄熱体14と、蓄熱体14の中心部を貫通する燃料ノ

ズル 11 とから概ね構成される。ケーシング 17 の先端部は、截頭円錐形の縮径部 16 a を有し、燃料ガス噴射口 16 が、縮径部 16 a の先端に開口する。燃料ノズル 11 の燃料噴射口 11 a が、燃料ガス噴射口 16 から若干引込んだ位置に配置され、混合域 15 が、燃料ガス噴射口 16 と燃料噴射口 11 a との間に形成される。ケーシング 17 の底部は、底板 19 により閉塞し、燃焼ガス導入部 12 が、蓄熱体 14 と底板 19 との間に画成される。導入部 12 は、燃焼ガスポート 18 と連通し、ポート 18 は、排ガス循環路 R1、R2 に接続される。燃料ノズル 11 は、底板 19 を貫通し、燃料供給管 F1、F2 に接続され、燃料供給制御弁 V1、V2 が、
10 燃料供給管 F1、F2 に夫々介装される。

空気供給装置 30 A、30 B は、円筒形ケーシング 37 と、ケーシング 37 内に収容された蓄熱体 34 とから概ね構成される。ケーシング 37 の先端部は、截頭円錐形の縮径部 36 a を有し、燃焼用空気吐出口 35 が、縮径部 36 a の先端に開口する。ケーシング 37 の底部は、底板 39 により閉塞し、燃焼用空気導入部 32 が、蓄熱体 34 と底板 39 との間に画成
15 される。導入部 32 は、燃焼用空気ポート 38 と連通し、ポート 38 は、給排流路 L1、L2 に接続される。

蓄熱体 14、34 は、多数の正方形断面のセル孔を備えた格子状のセラミックス製ハニカム構造体からなる。ハニカム構造体は、ケーシング 17、
20 37 内に組込み可能な断面寸法及び全長を有し、各セル孔は、燃焼ガス又は燃焼用空気を流通可能な狭小流路を構成する。セル壁の壁厚及び各セル壁のピッチ（間隔）は、好ましくは、蓄熱体の容積効率の最大値に相応し且つ 0.7 乃至 1.0 の範囲内の温度効率を達成可能な壁厚及びピッチに設定される。

25 流路切換装置 20 は、第 1 位置又は第 2 位置に選択的に切換制御可能な高速切換式の 4 方弁からなり、中心回転軸 25 に固定された板状の弁体 26 を有する。流路切換装置 20 は、排ガス循環路 R1、R2 に夫々接続された給排ポート 21、22 と、排ガス循環路 R3、R4 に夫々接続された

バイパスポート 23、24 とを備える。循環路 R3 は、排ガス循環ファン 3 の吸引口に接続され、循環路 R4 は、循環ファン 3 の吐出口に接続される。循環路 R4 には、排気流路 EG 及び水蒸気供給路 ST が接続され、所望により、燃焼ガスの一部が系外に排気され、水蒸気発生装置（図示せず）

5 の水蒸気が、循環路 R4 の燃焼ガス流に注入される。

流路切換装置 40 は、流路切換装置 20 と同時に第 1 位置及び第 2 位置に切換制御可能な高速切換式の 4 方弁からなり、中心回転軸 45 に固定された板状の弁体 46 を有する。流路切換装置 40 は、燃料用空気供給路 CA に接続された給気ポート 41、排気流路 E2 に接続された排気ポート 42、給排流路 L1、L2 に夫々接続された給排ポート 43、44 を備える。

第 1 燃焼工程（図 17A）において、流路切換装置 20、40 は、第 1 位置に保持される。燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 10B の蓄熱体 14 を介して排ガス循環ファン 3 に吸引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され、所望により供給路 ST の水蒸気を添加された後、燃料混合装置 10A の蓄熱体 14 を介して同混合域 15 に吐出する。燃料供給制御弁 V1 は、燃料混合装置 10A の燃料ノズル 11 に燃料を供給し、燃料は、燃料混合装置 10A の混合域 15 に吐出する。燃料と燃焼ガス（及び水蒸気）とは、混合域 15 において混合し、混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流出する。燃焼室 1 の燃焼ガスは、又、空気供給装置 30B の蓄熱体 14 を介して給排流路 L2 に導出され、排気ファン（図示せず）の排気誘引圧力下に流路切換装置 40 及び排気流路 E2 を介して系外に排気される。給気ファン 2 は、燃料用空気供給路 CA、流路切換装置 40 及び給排流路 L1 を介して燃焼用空気を空気供給装置 30A の蓄熱体 34 に導入し、蓄熱体 34 を流通した燃焼用空気は、燃焼用空気吐出口 35 から燃焼室 1 内に流出する。装置 10A、30A から吐出した燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内において混合し、燃料ガスは、燃焼する。

第 2 燃焼工程（図 17B）において、流路切換装置 20、40 は、第 2

位置に保持される。燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 を介して排ガス循環ファン 3 に吸引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧し且つ所望により供給路 S T の水蒸気を添加した後、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 を介して混合域 15 に吐出する。燃料供給制御弁 V 2 は、燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 に燃料を供給し、燃料は、燃料混合装置 10 B の混合域 15 に吐出する。燃料と燃焼ガス（及び水蒸気）とは、混合域 15 において混合し、混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流出する。燃焼室 1 の燃焼ガスは又、空気供給装置 30 A の蓄熱体 14 を介して給排流路 L 1 に導出され、排気ファン（図示せず）の排気誘引圧力下に流路切換装置 40 及び排気流路 E 2 を介して系外に排気される。給気ファン 2 は、燃料用空気供給路 C A、流路切換装置 40 及び給排流路 L 2 を介して燃焼用空気を空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 に導入し、蓄熱体 34 を流通した燃焼用空気は、燃焼用空気吐出口 35 から燃焼室 1 内に流出する。装置 10 B、30 B から吐出した燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内において混合し、燃料ガスは、燃焼する。

流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔で第 1 位置又は第 2 位置に交互に切換えられ、第 1 燃焼工程（図 17 A）及び第 2 燃焼工程（図 17 B）は、交互に実行される。燃料混合装置 10 A、10 B の各蓄熱体 14 は、高温の燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを冷却する蓄熱作用と、冷却した燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを超高温域に加熱する放熱作用とを反復する。従って、排ガス循環路 R 3、R 4 の燃焼ガス温度は低下するので、排気循環ファン 3 の熱負荷及び熱応力は軽減する一方、混合域 15 に吐出すべき燃焼ガス（及び水蒸気）は、導出直後の温度よりも僅かに低い温度に再熱される。空気供給装置 30 A、30 B の各蓄熱体 34 は、高温の燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを冷却する蓄熱作用と、低温の燃焼用空気に伝熱接触して燃焼用空気を超高温域に加熱する放熱作用とを反復する。従って、燃焼排ガスが保有する顕熱は、蓄熱体

1 4 を介して燃焼用空気に熱伝達し、燃焼用空気吐出口 3 5 から吐出する燃焼用空気は、継続的に超高温域に予熱される。

このように高温の燃焼用空気及び高温の混合ガスの噴射流が、燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 から燃焼域に噴流し、燃料混合装置 1 0 及び空気供給装置 3 0 の中心軸線の交差領域において混合し、低酸素濃度の高温燃焼雰囲気（燃焼用空気）が交差領域に形成される。流路断面積を制限した燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 における燃料ガス及び燃焼用空気の流速は、例えば、 10 m/s を超える高速に設定され、高速の燃料ガス流及び燃焼用空気流が、燃焼室 1 内に流入する。燃焼用空気の流量と概ね同等の流量を有する燃料ガス流は、燃焼用空気流と同等の運動量を有し、従って、燃焼用空気流と独立した燃料ガス流の制御を実行することが可能となる。

即ち、従来の炉内再循環ガス流による燃料の希釈法では、燃料噴流と炉内燃焼ガス流とを炉内領域で混合することにより、燃料及び燃焼ガスを混合していたのに対し、本発明では、燃料噴射口 1 1 a から噴射した燃料は、蓄熱体 1 4 の炉内側端面から吐出した高温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、多量の高温燃焼ガス（及び水蒸気）を含む混合ガス流（燃料ガス噴流）として混合域 1 5 から炉内に流入する。燃料は、炉内に流入する前に既に高温燃焼ガスと混合しているので、炉内燃焼ガス流との混合を格別によらない。しかも、炉内に導入される燃料ガス噴流は、炉内燃焼ガス循環流の影響を実質的に受けない十分な運動量を有し、燃焼用空気流と衝突混合して、緩慢に燃焼反応する。このような燃料供給法によれば、炉内の燃焼ガス循環流に影響されることなく、燃料ガス流と燃焼用空気流との混合位置及び混合領域を任意に制御することが可能となる。

また、燃料及び燃焼ガスは、混合域 1 5 において混合するので、燃料と、燃焼ガス（及び水蒸気）との混合過程及び混合比を任意に設定するとともに、かかる制御を確実に実行することができ、しかも、燃料ガス流は、十分な運動量を有するので、所望の炉内位置で燃焼用空気流と混合すること

ができる。かくして、上記構成によれば、燃料、燃焼ガス（及び水蒸気）、燃焼用空気の混合過程及び混合比を確実に制御することが可能となる。

更に、水蒸気の注入により比較的多量の水蒸気を含む燃焼ガスは、高温に加熱された後、燃料と混合するので、燃料は、燃焼ガス中の高温水蒸気の改質作用により比較的良好質又は高品位の燃料に改質される。ここに、高温の燃焼ガス及び水蒸気は、燃料炭化水素の水蒸気改質反応（吸熱反応）に要する顕熱を混合域 15 に供給する高温熱媒体又は熱源としても作用する。

加えて、このような多量の燃料ガス流による燃焼法は、少量の燃料流体を多量の燃焼用空気流と混合するにすぎない従来の燃焼法とは、以下の如く、全く相違する。

即ち、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料の燃焼反応を抑制し且つ燃料の運動量を大幅に増大する高温の燃料キャリア又は燃料増量手段として機能し、他方、高温の燃焼用空気は、低酸素濃度の燃焼雰囲気において燃料ガスの自己着火により燃料ガスの緩慢な燃焼反応を生じさせる酸化剤として作用する。運動量が増大した燃料流体は、炉内温度差に伴う浮力の影響を受け難く、しかも、燃焼用空気との不均一且つ局所的な混合による不完全燃焼又は局所発熱を防止する。更に、独立制御可能な運動量を有する燃料流体は、炉内循環流の影響を受け難いので、燃料流体と燃焼用空気との混合位置、混合状態及び混合速度等を燃料ガスの制御により規制し、これにより、火炎の位置及び特性を所望の如く制御することが可能となる。

また、従来の高速切換式蓄熱型燃焼装置では、燃焼排ガスの排気口と空気及び燃料の吐出口とが炉壁面において隣接配置される結果、吐出口の燃料噴流が排気口にショートパスしてしまう傾向があり、しかも、給排気の切換動作が短時間に反復する結果、炉内循環流の振動等が生じ、この影響により、燃料噴流の振動、或いは、燃料及び空気の混合気の振動が発生し易い傾向がある。このような流体振動は、燃焼雰囲気にお

る燃料の濃淡、振動燃焼、更には、不安定な燃焼反応を生じさせる可能性があり、これを確実に回避し得る対策が望まれていた。これに対し、上記構成の燃焼装置によれば、燃料流体の運動量の増加により、燃料と燃焼用空気とを燃焼域において適正且つ確実に混合し、安定燃焼するので、上記燃料ショートパスや、混合気の振動等の発生を防止することができる。

図 18 は、本発明の第 2 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 18 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 18 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 18 に示す実施例は、上記第 1 実施例と実質的に同じ構造を有する流路切換装置 20、40、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を備え、流路切換装置 20、40 は、所定の時間間隔において第 1 位置 (図 18 A) 又は第 2 位置 (図 18 B) に交互に切換えられる。本例において、燃料混合装置 10 は、上記第 1 実施例の燃料混合装置 10 A、10 B を実質的に一体化した構造を有し、空気供給装置 30 は、上記第 1 実施例の空気供給装置 30 A、30 B を実質的に一体化した構造を有する。

燃料混合装置 10 は、一对の蓄熱体 14 A、14 B を備える。第 1 燃焼工程 (図 18 A) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、第 2 蓄熱体 14 B を介して炉外に導出され、排ガス循環ファン 3 により加圧された後、所望により、水蒸気供給路 S T の水蒸気を添加される。燃焼ガス (及び水蒸気) は、第 1 蓄熱体 14 A から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼室 1 内に流入する。第 2 燃焼工程 (図 18 B) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、第 1 蓄熱体 14 A を介して炉外に導出され、排ガス循環ファン 3 により加圧された後、所望により、水蒸気供給路 S T の水蒸気を添加される。燃焼ガス (及び水蒸気) は、第 2 蓄熱体 14 B から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼室 1 内に流入する。流路切換装置 20 は、第 1 及び第 2 位置に交互に切換制御され、蓄熱体 14 A、14 B は、蓄熱作

用及び放熱作用を反復する。燃料供給管F 1の燃料供給制御弁V 1は、燃料ノズル1 1に対して常時燃料を供給する。燃料は、混合域1 5に常時吐出し、蓄熱体1 4 A又は蓄熱体1 4 Bの一方より吐出した高温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合ガス（燃料ガス）を連続生成する。

- 5 同様に、空気供給装置3 0も又、一对の蓄熱体3 4 A、3 4 Bと、蓄熱体3 4 A、3 4 Bの間に配置された燃料ノズル3 1とを備える。第1燃焼工程（図1 8 A）において、燃焼室1の燃焼ガスは、第2蓄熱体3 4 Bを介して炉外に導出され、排気流路E 2から系外に排気され、他方、燃焼用空気は、給気ファン2の給気押込み圧力下に第1蓄熱体3 4 Aから燃焼室
- 10 1内に導入される。第2燃焼工程（図1 8 B）において、燃焼室1の燃焼ガスは、第1蓄熱体3 4 Aを介して炉外に導出され、排気流路E 2から系外に排気され、他方、燃焼用空気は、給気ファン2の給気押込み圧力下に第2蓄熱体3 4 Bから燃焼室1内に導入される。流路切換装置4 0は、流路切換装置2 0と同時に第1位置又は第2位置に切換制御され、蓄熱体3
- 15 4 A、3 4 Bは、蓄熱作用及び放熱作用を反復する。燃料ノズル3 1は、燃料供給制御弁V 3を備えた燃料供給管F 3に接続される。燃料ノズル3 1は、燃焼装置の起動時の如く炉温が比較的低温の時期（冷間時）にのみ、燃料を燃料ノズル3 1に供給する。燃料ノズル3 1の先端に位置する燃料噴射口は、燃料を噴射し、比較的多量の酸素を含む燃焼用空気による燃料
- 20 の燃焼反応を燃焼域に生起する。燃料ノズル3 1は、炉温が所定温度に上昇した時期（熱間時）に燃料の噴射を停止する。

- 燃料混合装置1 0及び空気供給装置3 0は、所定の傾斜角度をなして燃焼室1の炉体Wに固定され、装置1 0、3 0の中心軸線は、燃焼室1の燃焼域において交差するように配向される。空気供給装置3 0から燃焼室1
- 25 内に流入した燃焼用空気は、燃料混合装置1 0から燃焼室1内に流入した混合ガス（燃料ガス）と混合し、燃焼反応する。

このような燃焼装置によれば、上記第1実施例と同様、燃料、燃焼ガス（及び水蒸気）、そして、燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向

上し得るばかりでなく、燃料ノズル 11 の燃料噴射時期を切換制御することなく、燃料を燃料ノズル 11 から連続的に噴射することができる。なお、上記燃料ノズル 31 の燃料噴射を熱間時に継続しても良く、この場合、燃料ノズル 31 の燃料噴射量は、熱間時に制限される。

- 5 図 19 は、本発明の第 3 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 19 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 19 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 19 に示す実施例は、上記第 1 及び第 2 実施例と実質的に同じ構造を有する流路切換装置 20、40、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を
10 備え、流路切換装置 20、40 は、所定の時間間隔で第 1 位置 (図 19 A) 又は第 2 位置 (図 19 B) に交互に切換えられる。各燃料ノズル 11 は、流路切換装置 20、40 と同期制御され、交互に燃料を噴射する。

本例の燃料供給装置は、複合燃焼装置 50 A に組込まれた燃料混合装置 10 A と、複合燃焼装置 50 B に組込まれた燃料混合装置 10 B とを備え
15 る。このような燃料供給装置の構成は、図 6 に示す実施形態を更に具体化したものである。

複合装置 50 A を構成する燃料混合装置 10 A は、燃料ノズル 11、蓄熱体 14、ケーシング 17 及び燃焼ガス導入部 12 を備え、空気供給装置 30 A は、燃料混合装置 10 A の外側に配置された蓄熱体 34、ケーシング 37 及び燃焼用空気導入部 32 を備える。燃焼ガスポート 18 は、排ガス循環路 R1 に接続され、燃焼用空気ポート 38 は、給排流路 L1 に接続
20 される。また、燃料ノズル 11 は、燃料供給制御弁 V1 を備えた燃料供給管 F1 に接続される。

複合装置 50 B は、複合装置 50 A の燃料混合装置 10 A 及び空気供給装置 30 A と実質的に同一の構成を有する燃料混合装置 10 B 及び空気供給装置 30 B からなり、複合装置 50 B の各部構成は、複合装置 50 A と対称に構成される。複合装置 50 B の燃焼ガスポート 18 は、排ガス循環路 R2 に接続され、燃焼用空気ポート 38 は、給排流路 L2 に接続される。

また、燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 は、燃料供給制御弁 V 2 を備えた燃料供給管 F 2 に接続される。

第 1 燃焼工程（図 19 A）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、複合装置 50 B の蓄熱体 14、34 を介して排ガス循環路 R 2 及び給排流路 L 2 に
5 導出される。循環路 R 2 の燃焼ガスは、流路切換装置 20 を介して排ガス循環ファン 3 に誘引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され且つ所望により水蒸気を注入された後、複合装置 50 B の蓄熱体 14 から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃焼室 1 内に流入する。他方、給排流路 L 2 の燃焼ガスは、流路切換装置 40 及び排
10 気流路 E 2 を介して系外に排気される。また、燃焼用空気は、複合装置 50 A の蓄熱体 34 を流通して複合装置 50 A の吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。

第 2 燃焼工程（図 19 B）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、複合装置 50 A の蓄熱体 14、34 を介して排ガス循環路 R 1 及び給排流路 L 1 に
15 導出される。循環路 R 1 の燃焼ガスは、流路切換装置 20 を介して排ガス循環ファン 3 に誘引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され且つ所望により水蒸気を注入された後、複合装置 50 B の蓄熱体 14 から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃焼室 1 内に流入する。他方、給排流路 L 1 の燃焼ガスは、流路切換装置 40 及び排
20 気流路 E 2 を介して系外に排気される。また、燃焼用空気は、複合装置 50 B の蓄熱体 34 を流通して複合装置 50 B の吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。

流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔において第 1 位置又は第 2 位置に同期切換制御され、蓄熱体 14、34 は、
25 蓄熱作用及び放熱作用を反復する。複合装置 50 A、50 B から吐出した燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内の燃焼域において混合し、燃焼反応する。

このような実施例によれば、燃料ノズル 11 の燃料流体は、蓄熱体 14

から流出する高温燃焼ガス流の中心部に噴射され、燃焼ガス流の中心部から燃焼ガスと混合する。燃焼用空気流は、燃焼ガス流を囲むように蓄熱体 3 4 から流出し、燃焼ガス流の外縁領域から燃焼ガス及び燃料の混合ガス（燃料ガス）と反応する。従って、燃焼ガス（及び水蒸気）流は、燃料噴
5 射流と燃焼用空気流とを確実に隔絶する環状の干渉帯を形成し、燃料流体は、燃焼用空気と直に反応することなく、燃焼ガス（及び水蒸気）と混合した後に燃焼用空気と反応する。

図 2 0 は、本発明の第 4 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 2 0 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 0
10 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 2 0 に示す実施例は、図 1 (C) 及び図 8 に示す実施形態を更に具体化した構成のものであり、燃料ノズル 1 1 は、燃焼ガス導入部 1 2 に配置され、燃焼ガス導入部 1 2 は、混合域 1 5 として機能する。即ち、第 1 燃焼工程（図 2 0 A）において、燃料混合装置 1 0 A の燃料ノズル 1 1 が噴
15 射した燃料は、燃焼ガス導入部 1 2 内の混合域 1 5 において低温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 により加熱される。他方、第 2 燃焼工程（図 2 0 B）において、燃料混合装置 1 0 B の燃料ノズル 1 1 が噴射した燃料は、燃焼ガス導入部 1 2 内の混合域 1 5 において低温の燃焼ガス（及び水
20 蒸気）と混合し、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 により加熱される。本例において、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 は、縮径部を備えず、噴射口 1 6 及び吐出口 3 5 は、比較的大きな流路面積を有する。噴射口 1 6 及び吐出口 3 5 から噴射した高温の混合ガス及び燃焼用空気は、燃
25 焼室 1 内の燃焼域において混合し、燃焼反応する。その他の構成及び作動形態は、図 1 7 に示す第 1 実施例と実質的に同一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

本実施例によれば、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の蓄熱体

1 4 を流通する間に受熱し、高温に加熱された後、燃焼室 1 内の燃焼域において高温の燃焼用空気と混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気の広範な燃焼火炎を燃焼室 1 内に生成する。

図 2 1 は、本発明の第 5 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の
5 断面図である。図 2 1 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 1 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 2 1 は、図 2 及び図 1 0 に示す実施形態を更に具体化した構成のも
であり、空気供給装置 3 0 A、3 0 B の燃焼用空気導入部 3 2 は、燃焼ガ
ス導入ポート 6 0 を介して、排ガス循環路 R 1、R 2 の分岐路 R 5、R 6
10 と連通する。ポート 6 0 を介して導入部 3 2 に導入された燃焼ガス（及び
水蒸気）は、燃焼用空気と混合し、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合流体は、
蓄熱体 3 4 により上記超高温域に予熱された後、吐出口 3 5 から炉内に流
入する。このような構成によれば、燃料と同様に、燃焼用空気も又、炉内
導入前に燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、燃焼用空気の燃焼反応性は、
15 低下する。燃焼ガス及び燃焼用空気の混合気は、炉内に導入され、同様に
燃焼ガス（及び水蒸気）により希釈した燃料ガス流と炉内燃焼域で衝突混
合し、低酸素濃度の緩慢な燃焼反応を燃焼域に生じさせる。なお、図 2 1
に示す燃焼装置の基本構成及び作動は、図 1 7 に示す実施例と実質的に同
一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

20 図 2 2 は、本発明の第 6 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の
断面図である。図 2 2 (A) 及び図 2 2 (B) は、燃焼装置の第 1 燃焼工
程及び第 2 燃焼工程を夫々示す。

図 2 2 は、図 3 及び図 1 1 に示す実施形態を更に具体化した構成のもの
であり、排气流路 E G が循環ファン 3 の吐出口に接続され、水蒸気発生装
置 8 の水蒸気供給路 S T 1 が、流路切換装置 2 0 のバイパスポート 2 4 に
25 接続される。水蒸気発生装置 8 は又、水蒸気供給路 S T 2 を介して外気吸
入路 O A に供給される。水蒸気発生装置 8 の水蒸気は、水蒸気供給路 S T
1 : S T 2 を介して流路切換装置 2 0 及び外気吸入路 O A に供給され、蓄

熱体 1 4、3 4 と伝熱接触し、7 0 0℃以上の高温に加熱される。混合域 1 5 に吐出した高温水蒸気は、燃料ノズル 1 1 の炭化水素系燃料と混合し、燃料は、炭化水素の水蒸気改質反応により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料に改質される。このような構成によれば、重質油等の比較的重質又は低質、或いは、低品位の炭化水素系燃料を軽質又は良質、或いは、高品位の燃料に改質することができる。改質後の燃料を含む燃料ガスは、燃焼用空気吐出口 3 5 から炉内に流出した高温空気及び高温水蒸気と更に混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気の広範な燃焼火炎を燃焼室 1 内に生成する。

10 図 2 3 は、本発明に係る燃焼装置を備えた加熱装置の実施例を示す概略平面図である。図 2 3 (A) 図は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 3 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

加熱装置は、水蒸気改質炉等の管式加熱炉として構成され、被加熱流体が流通可能な多数の被加熱管 5 が、加熱装置の燃焼室 1 内に比較的過密に配列される。被加熱管 5 は、加熱装置の受熱セグメントを構成する。燃焼装置は、図 1 6 に示す燃焼装置と実質的に同一の構成を有する燃料混合装置 1 0 A、1 0 B、空気供給装置 3 0 A、3 0 B、流路切換装置 2 0、4 0、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を備え、流路切換装置 2 0、4 0 は、第 1 位置 (図 2 3 A) 及び第 2 位置 (図 2 3 B) に交互に切換えられる。

加熱装置は又、炉温が比較的低い冷間時、例えば、加熱装置の起動時等に燃焼作動する補助燃焼装置 (図示せず) を備え、補助燃焼装置の作動は、炉温が上昇した熱間時期に停止する。燃料混合装置 1 0 A、1 0 B は、補助燃焼装置の燃焼作動により炉温が上昇した熱間時に作動する。第 1 燃焼工程 (図 1 4 A) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 1 0 B 及び空気供給装置 3 0 B の蓄熱体 1 4、3 4 を介して炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスは、排气流路 E 2 に送出され、所定流量の燃焼ガスは、水蒸気を添加された後、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通して同混

合域 15 に流入し、燃料と混合した後、燃料ガスとして燃焼室 1 内に導入される。空気供給装置 30A は、蓄熱体 34 により予熱した上記超高温域の燃焼用空気を燃焼室 1 内に導入する。第 2 燃焼工程（図 14B）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 10A 及び空気供給装置 30A
5 の蓄熱体 14、34 を介して炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスは、排気流路 E2 に送出され、所定流量の燃焼ガスは、水蒸気を添加された後、燃料混合装置 10B の蓄熱体 14 を流通して同混合域 15 に流入し、燃料と混合した後、燃料ガスとして燃焼室 1 内に導入される。空気供給装置 30B は、蓄熱体 34 により予熱した上記超高温域の燃焼用空気を燃焼室 1
10 内に導入する。

燃料混合装置 10A 及び空気供給装置 30A は、被加熱管 5 を配列した炉内中央領域に向かって配向されており、低酸素濃度且つ高温の高速燃料ガス流は、被加熱管 5 が密集した炉内中央領域において高温且つ高速の燃焼用空気流と交差混合衝突し、燃焼反応する。このような加熱法は、火炎
15 自体の輻射伝熱効果及び対流伝熱効果により管の全周を均等に加熱することを意図したものであり、これは、管式加熱炉における従来の加熱法、即ち、管の全周を均等に加熱するために、火炎からのガス放射伝熱及び炉壁からの固体放射伝熱に依存して管の両面を加熱せざるを得ない従来の加熱法とは本質的に相違する。

20 本例において、燃料混合装置 10 が噴射した多量且つ希薄な燃料ガス流は、炉内中央領域において高温の燃焼用空気と交差衝突し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気気の緩慢燃焼火炎を炉内中央領域に生成する。燃焼ガスを多量に含む燃料ガスは、低酸素濃度の燃焼雰囲気気を形成し、燃料成分の燃焼反応を抑制する一方、高温の燃焼用空気は、燃料成分の自己着火を促
25 すとともに、低酸素濃度の燃焼雰囲気気における燃料成分の燃焼反応を可能にする。この結果、燃料ガスは、燃焼用空気と混合した直後に燃焼し尽くすことなく、燃料ガス中の燃料成分は、高温且つ低酸素濃度の燃焼雰囲気下に緩慢に拡散燃焼する。このような燃焼反応の下では、火炎は安定し、

火炎の局所発熱は、発生し難い。

このような加熱法によれば、被加熱管 5 の局所過熱を防止すべく被加熱管から火炎を離間させていた従来の加熱法と異なり、被加熱管 5 の局所過熱を生じさせることなく、被加熱管の近傍又は直近に火炎を生成し、被加熱管 5 の全周を実質的に均一に加熱することができる。

しかも、上記加熱装置の構成によれば、高速の燃料ガス流及び燃焼用空気流は、被加熱管 5 が密集した炉内中央領域において交差衝突し、炉内ガスを誘引し、炉内ガスの対流を活性化するとともに、継続的且つ不規則な火炎の挙動を被加熱管 5 の近傍に常時生じさせる。この結果、比較的高密度に配置された被加熱管 5 は、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気下に生じる火炎容積の増大、火炎温度の均一化等と相まって、火炎の流動及び炉内ガス対流の活性化等の作用を受け、全周に亘って均等に受熱する。更に、第 1 燃焼工程及び第 2 燃焼工程の切換えが短時間に反復実施される結果、火炎の位置及び特性は、燃焼工程の切換制御によっても短時間に変動する。即ち、燃焼域全体の温度場及び加熱作用は、かかる燃焼工程の切換え動作によっても均等化する。

このような火炎自体の制御による輻射伝熱効果及び対流伝熱効果の均等化により、被加熱管 5 の配管密度を増大することが可能となり、これは、従来形式の加熱炉の小型化を可能にするばかりでなく、新規な構造の加熱炉の設計等を可能にするので、実務的に極めて有利である。

図 2 4 及び図 2 5 は、図 1 4 に示す加熱装置の変形例を示す加熱装置の概略平面図である。加熱装置の冷間時の運転形態が、図 2 4 に示されており、加熱装置の熱間時の運転形態が図 2 5 に示されている。また、各図において、(A) 図は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、(B) 図は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

加熱装置は、水蒸気改質炉等の管式加熱炉として構成され、被加熱流体を流通可能な多数の被加熱管 5 が、加熱装置の燃焼室 1 内に比較的過密に配列される。図 2 4 及び図 2 5 に示す燃焼装置は、図 2 3 に示す燃焼装置

と類似した構成を有する。しかしながら、空気加熱装置 30 A、30 B は、冷間時に燃料を吹込む燃料ノズル 31 を備え、冷間時に燃焼作動する。図 24 に示す冷間時の作動モードにおいて、空気供給装置 30 A、30 B は、空気加熱装置 10 A から燃料及び燃焼用空気を吹込み且つ空気加熱装置 30 B から燃焼排ガスを排気する第 1 燃焼工程（図 24 A）と、空気加熱装置 30 B から燃料及び燃焼用空気を吹込み且つ空気加熱装置 30 A から燃焼排ガスを排気する第 2 燃焼工程（図 24 B）とを所定の時間間隔で交互に実行する。燃料混合装置 10 A、10 B は、空気加熱装置 30 A、30 B と連動して燃焼ガスの導出及び導入を反復するが、燃料ノズル 11 は、燃料を吐出せず、従って、燃料混合装置 10 A、10 B は、一般的な排ガス再循環装置として機能するにすぎない。

これに対し、図 25 に示す熱間時の作動モードにおいて、燃料ノズル 31 は、燃料噴射を停止し、空気加熱装置 10 A、10 B は、高温空気を炉内に導入し且つ炉内燃焼ガスの一部を炉外に排気する燃焼空気導入・導出手段としてのみ機能し、他方、燃料混合装置 10 A、10 B は、燃料混合装置 10 A から燃料、燃焼ガス及び水蒸気の混合気（燃料ガス）を吹込み且つ燃料混合装置 10 B から燃焼ガスを導出する第 1 燃焼工程（図 25 A）と、燃料混合装置 10 B から燃料、燃焼ガス及び水蒸気の混合気（燃料ガス）を吹込み且つ燃料混合装置 10 A から燃焼ガスを導出する第 2 燃焼工程（図 25 B）とを所定の時間間隔で交互に実行する。即ち、炉温の上昇に伴って炉内に生成した高温の燃焼ガスは、炉外に導出された後、水蒸気及び燃料と混合し、高温の燃料ガスとして炉内に再導入され、高温の燃焼用空気と混合し、燃焼室 1 内で燃焼する。

各燃焼工程において、空気加熱装置 10 及び燃料混合装置 10 は、燃焼用空気及び燃料ガスを直交方向に炉内に導入し、燃焼用空気及び燃料ガスは、相互誘引作用により主に炉内中央領域で混合し、上記の如く、高温且つ低酸素濃度の燃焼雰囲気火炎を被加熱管 5 近傍に生成する。

図 26 は、本発明に係る燃焼装置の構成を連続焼成型加熱炉に配設した

実施例を示す加熱装置の概略縦断面図である。図 26 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 26 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 26 に示す加熱装置は、鉄鋼素材又は陶磁器素材等のワークを還元燃焼雰囲気により連続焼成する鉄鋼加熱炉又は窯業焼成炉等の還元燃焼ゾーンを構成する。燃料混合装置 10 A、10 B 及び空気供給装置 30 A、30 B は、加熱炉の炉体 W に配設され、搬送装置 7 上を連続搬送されるワーク 6 に作用する火炎を炉内に形成する。上述の実施例と同様に第 1 及び第 2 燃焼工程が所定の時間間隔で交互に実行され、燃焼混合装置 10 A、10 B 及び空気供給装置 30 A、30 B から流出する燃料ガス及び高温燃焼用空気は、ワーク 6 の近傍に火炎を形成する。

燃料混合装置 10 A、10 B から炉内に吐出した燃料ガスは、ワーク 6 の表面に沿って流動する下層流を形成し、空気供給装置 30 A、30 B から吐出した高温燃焼空気は、燃料ガス流の上側を流動する上層流を形成する。低酸素濃度の燃料ガス流は、ワーク 6 の上面近傍に還元燃焼雰囲気を形成し、燃料ガス及び高温燃焼空気が生成する火炎は、還元炎としてワーク 6 の表面に作用する。

このような構成によれば、炉内の中央領域に位置するワーク 6 に対して、平面状の火炎を形成することができるばかりでなく、被加熱物の酸化を防ぐために、燃料噴流による還元焼成雰囲気を被加熱物の周囲に形成し、これにより、酸化作用を抑制した被加熱物の加熱を行うことができる。例えば、本例の燃焼装置によれば、還元炎燃焼雰囲気により素材の焼鈍又は還元炎焼成を行う金属加熱炉又は窯業焼成炉等において、素材の近傍に流動する低酸素濃度の平面的な燃料ガス流を形成し、これにより、素材近傍に還元炎焼成雰囲気を形成することができる。

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能であり、該変形例又は変更例も又、本発明の範囲内に含まれるものであることは、いうまでもない。

例えば、上記各実施例では、4方弁構造の切換弁を流路切換装置として使用しているが、複数の開閉弁を組合せた構成の流路切換装置を使用しても良い。

- また、燃料混合装置及び空気加熱装置の構造は、上記実施例の構造に限定されるものではなく、例えば、多数の蓄熱体を内蔵した形式の蓄熱型熱交換器を燃料混合装置及び空気加熱装置として使用しても良い。

更には、上記加熱装置の構成において、燃料混合装置及び空気加熱装置を互いに対向する位置に配置し、燃料ガス流及び燃焼用空気流を対向流として炉内に導入しても良い。

- また、上記水蒸気供給手段として、工場又は製造プラント内のプロセス蒸気供給系などを使用しても良い。

産業上の利用可能性

- 以上説明した如く、本発明の上記構成によれば、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向上することができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することができる。

また、本発明の燃料供給装置及び燃料供給方法によれば、炉内燃焼ガス再循環流の制御に依存することなく、燃焼ガスと燃料とを任意に混合することができる。

- 更に、本発明の燃料供給装置及び燃料供給方法によれば、新規な燃焼特性を有する燃料ガスを生成する燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することができる。

- 他の観点より、本発明によれば、燃焼域に流入する燃料流の制御性を向上し、燃料流の制御による火炎特性の制御を可能にする燃焼装置及び燃焼方法、更には、被加熱物に作用する火炎の特性を制御することができる加熱装置及び加熱方法を提供することができる。

請求の範囲

1. 燃焼用燃料を供給する燃料供給手段と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えた燃料供給装置において、
 - 5 炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気と、前記燃料供給手段の燃料とを混合する混合装置と、
前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合せしめる燃料ガス導入装置とを備えることを特徴とする燃料供給装置。
- 10 2. 前記混合装置は、前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とを混合する混合域を有し、
前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とは、前記混合域に導入され、前記燃焼域に導入可能な燃料ガスを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料供給装置。
- 15 3. 前記燃焼ガスを冷却する燃焼ガス冷却装置と、該燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を加熱する加熱装置とを有し、前記混合域は、前記加熱装置と前記燃焼域との間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。
- 20 4. 前記燃焼ガスを冷却する燃焼ガス冷却装置と、該燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を加熱する加熱装置とを有し、前記混合域は、前記冷却装置と前記加熱装置との間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。
- 25 5. 燃焼域に生成した燃焼ガスを燃焼域から炉外に導出する燃焼ガス導出装置を介して前記燃焼ガスを前記燃焼域から誘引し、該燃焼ガスに水蒸気を添加して前記混合装置に圧送する強制循環装置を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。
6. 前記冷却装置及び加熱装置は、高温の前記燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱し且つ冷却後の前記燃焼ガス及び／又は前記水蒸気に伝熱接触して放熱す

- る蓄熱体を備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の燃料供給装置。
7. 前記燃料供給手段は、前記燃料を前記混合装置に連続的に供給することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。
8. 複数の前記混合装置を有し、該混合装置に対する前記燃焼ガス及び／又は水蒸気の流路を切換える流路切換装置を有し、前記燃料供給手段は、前記流路切換装置と同期して燃料の供給路を切換える燃料制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。
9. 前記水蒸気供給手段の水蒸気を 700℃以上の温度に加熱して前記混合装置に供給する水蒸気加熱手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料供給装置。
10. 燃料ガス導入装置は、前記燃焼域に開口する燃料ガス噴射口を有し、前記混合域は、前記燃料ガス噴射口の内部に配置され、前記燃焼域と連通することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。
11. 請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えたことを特徴とする燃焼装置。
12. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気を部分的に前記燃焼用空気供給手段に供給し、該燃焼ガス及び／又は水蒸気を前記燃焼用空気と混合する混合手段を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の燃焼装置。
13. 前記燃焼用空気供給手段は、前記燃焼域の燃焼ガスを排気する燃焼ガス排気手段と、前記燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱し且つ前記燃焼用空気に伝熱接触して放熱する蓄熱体とを備え、前記燃焼用空気は、前記蓄熱体により 700℃以上の高温に予熱されることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の燃焼装置。
14. 燃焼用燃料及び燃焼用空気を燃焼域に供給する燃料供給方法において、炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気を混合域に供給し、

前記燃焼用燃料を前記混合域に供給して、前記燃焼ガス及び／又は水蒸

気と前記燃料との混合流体を生成し、

前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃料供給方法。

5 15. 炉外に導出した高温の燃焼ガス及び／又は水蒸気加熱手段で700℃以上に加熱した高温の水蒸気を前記混合域に導入して前記燃料と混合することを特徴とする請求項14に記載の燃料供給方法。

16. 前記燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を700℃以上の高温に加熱した後、前記燃料を前記燃焼ガス及び／又は水蒸気に混合することを特徴とする
10 請求項14に記載の燃料供給方法。

17. 前記燃料を前記燃焼ガス及び／又は水蒸気に混合した後、前記混合流体を700℃以上の高温に加熱することを特徴とする請求項14に記載の燃料供給方法。

18. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気の一部を前記燃焼用空気と混合し、酸素濃度が低下した前記燃焼用空気に対して前記燃料ガスを混合することを
15 特徴とする請求項14乃至17のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

19. 前記水蒸気を前記燃焼ガスに添加して該燃焼ガスの水蒸気含有量を調節することを特徴とする請求項14乃至18のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

20 20. 前記燃焼ガス、前記水蒸気又は前記混合流体は、燃焼ガスの冷却時に該燃焼ガスが放熱した顕熱を受熱し、再熱又は加熱されることを特徴とする請求項15乃至17のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

21. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合域は、前記燃焼域と連続し、前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とは、前記混合
25 域に夫々噴射し、該混合域の混合流体は、前記燃料ガスとして前記燃焼域に導入されることを特徴とする請求項14乃至20のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

22. 前記燃焼域に導入される燃料ガスは、700℃以上の温度を有するこ

- とを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。
23. 前記燃焼域に導入された燃料ガスは、700℃以上の温度に予熱された前記燃焼用空気と混合することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。
- 5 24. 前記燃焼ガスは、10%以下の酸素濃度を有することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。
25. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合比は、1 : 1 ~ 20 : 1 の範囲に設定されることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。
- 10 26. 前記燃料ガス及び／又は水蒸気と、前記燃焼用空気との混合比は、1 : 10 ~ 20 : 10 の範囲に設定されることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。
27. 前記燃焼域に流入する前記燃料ガスの流速は、10 m / s ~ 150 m / s の範囲に設定されることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 6 のいずれか
- 15 1 項に記載の燃料供給方法。
28. 請求項 1 4 乃至 2 7 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法を使用して、前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃焼方法。
- 20 29. 請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の燃焼装置を備えたことを特徴とする加熱装置。
30. 前記燃焼用空気及び燃料を冷間時に前記燃焼域に導入する補助燃焼装置を備えることを特徴とする請求項 2 9 に記載の加熱装置。
31. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と平行に前
- 25 記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 2 9 又は 3 0 に記載の加熱装置。
32. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と交差する方向に前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 2 9 又は 3 0 に記載

の加熱装置。

33. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と対向する方向に前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 29 又は 30 に記載の加熱装置。

5 34. 管式加熱炉、金属加熱炉、窯業焼成炉、金属熔融炉、ガス化熔融炉、ボイラー又はラジアントチューブのいずれかを構成することを特徴とする請求項 29 乃至 33 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

35. 請求項 28 に記載の燃焼方法により生成した火炎により被加熱物を加熱することを特徴とする加熱方法。

10 36. 前記被加熱物は、複数の受熱セグメントからなり、該セグメントの間に火炎を生成することを特徴とする請求項 35 に記載の加熱方法。

37. 前記燃料ガスを実質的に一定の位置から前記燃焼域に導入するとともに、前記燃焼用空気を実質的に一定の位置から前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の加熱方法。

15 38. 前記燃料ガスを前記燃焼域に導入する位置および前記燃焼用空気を前記燃焼域に導入する位置を所定時間毎に変位させることを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の加熱方法。

39. 冷間時に前記燃料を前記燃焼用空気に混合し、前記燃料及び前記燃焼用空気の燃焼発熱反応により燃焼域の温度を上昇させることを特徴とする

20 請求項 35 乃至 38 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

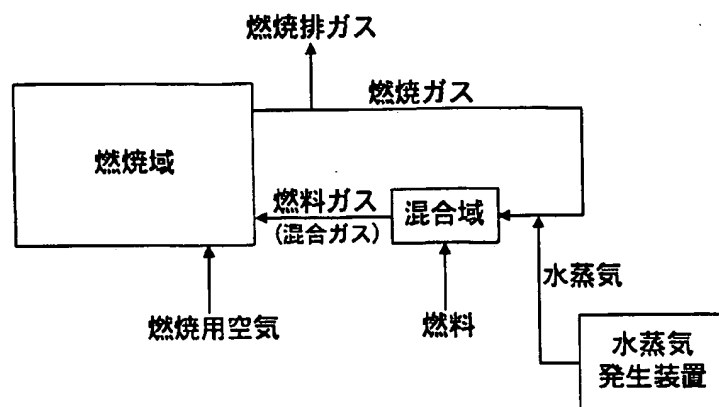
40. 前記燃料ガス及び燃焼用空気による火炎が被加熱物に直に接することを特徴とする請求項 35 乃至 39 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

41. 前記被加熱物の表面に沿って流動する前記燃料ガスのガス流を形成し、低酸素濃度の還元燃焼雰囲気を前記被加熱物の近傍に形成すること

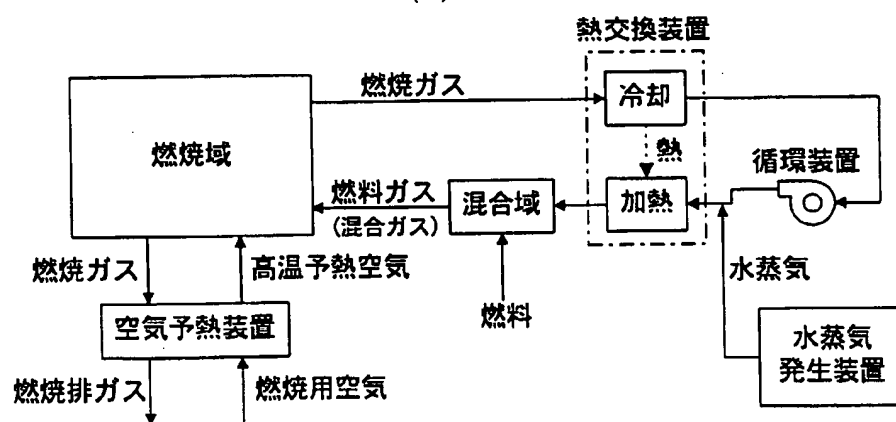
25 を特徴とする請求項 35 乃至 40 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

FIG.1

(A)



(B)



(C)

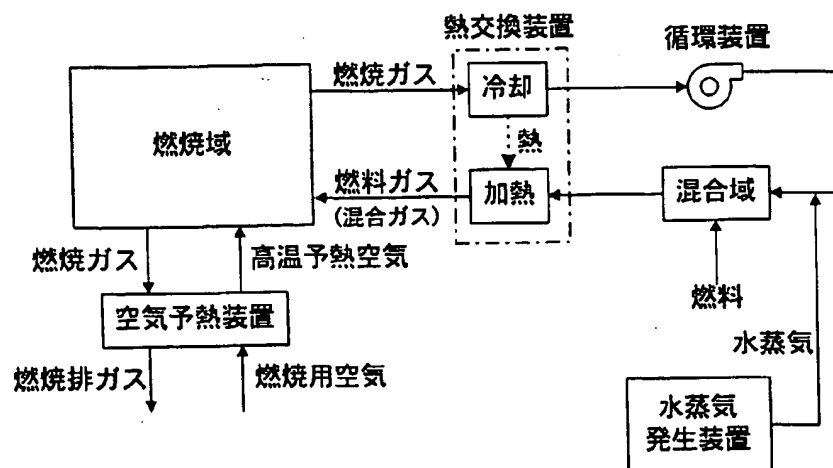


FIG.2

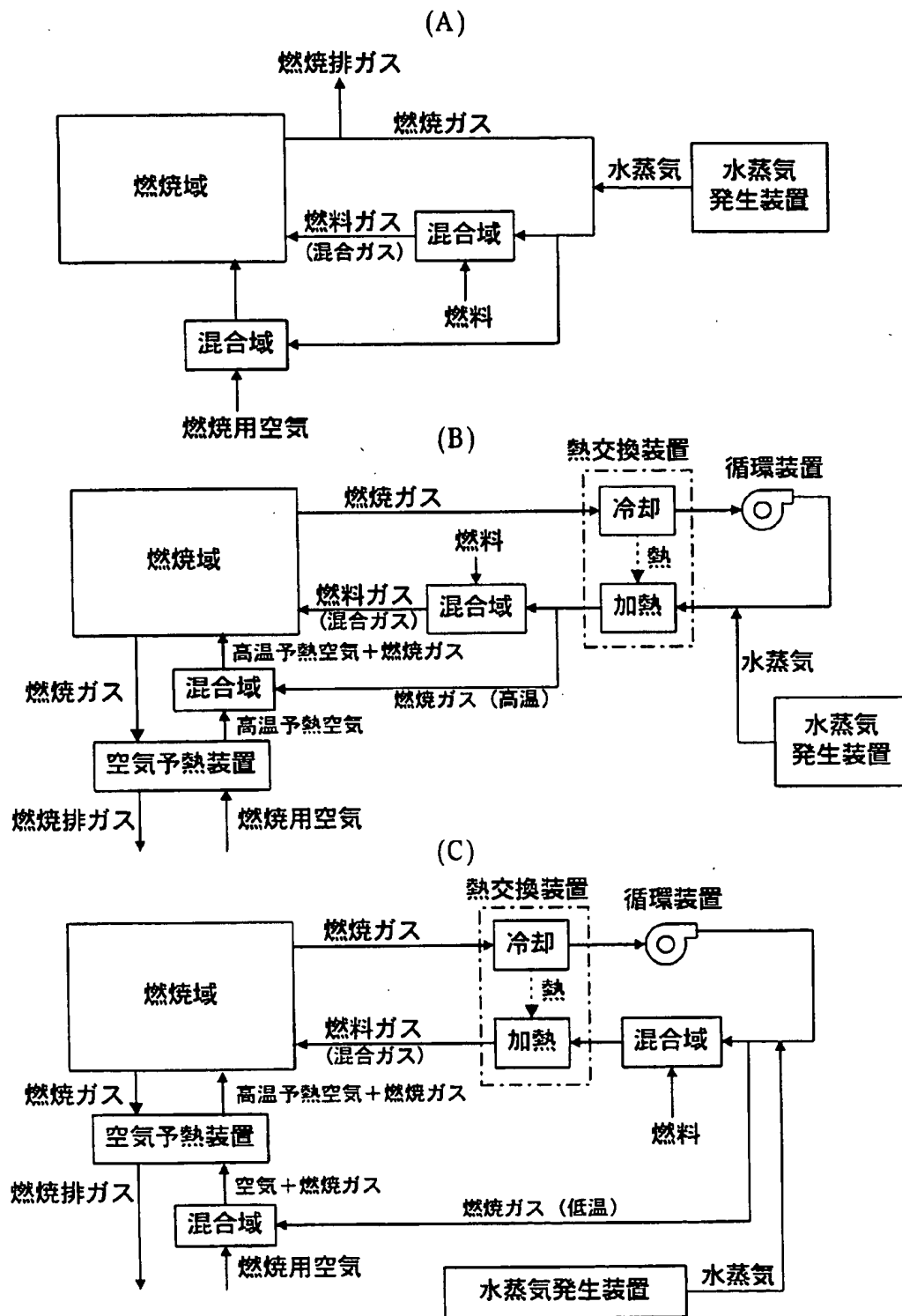
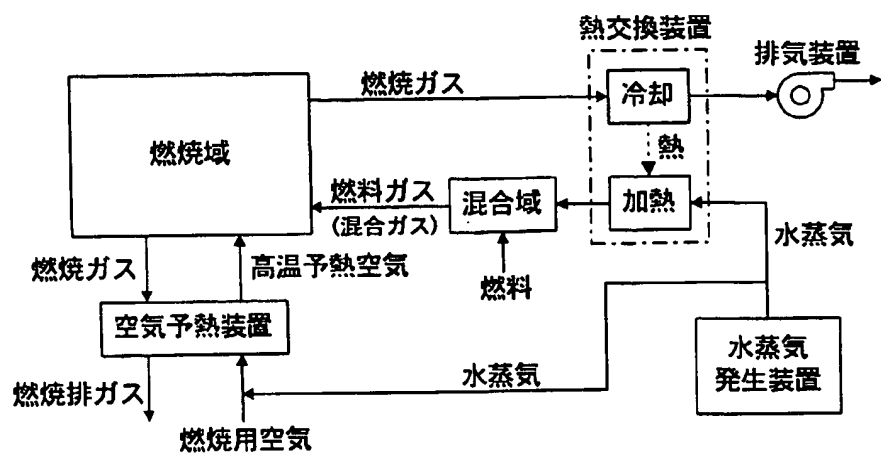
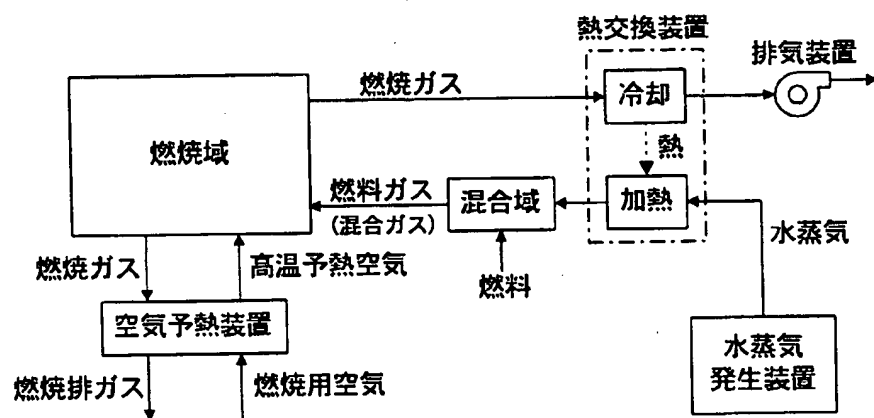


FIG.3

(A)



(B)



(C)

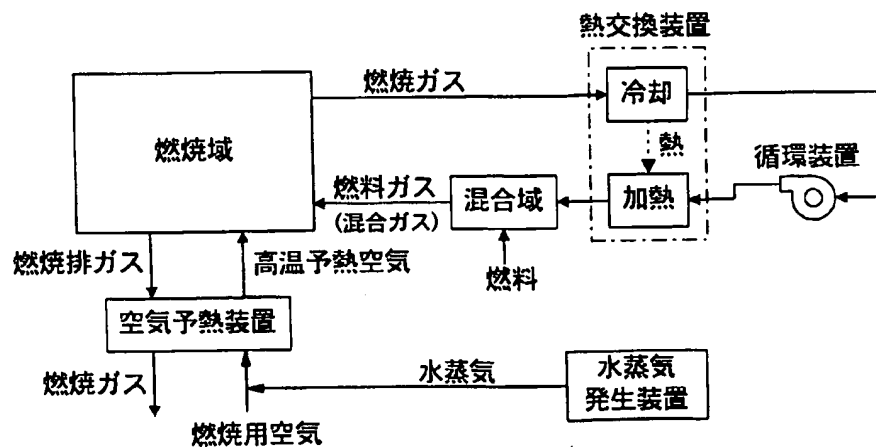


FIG.4

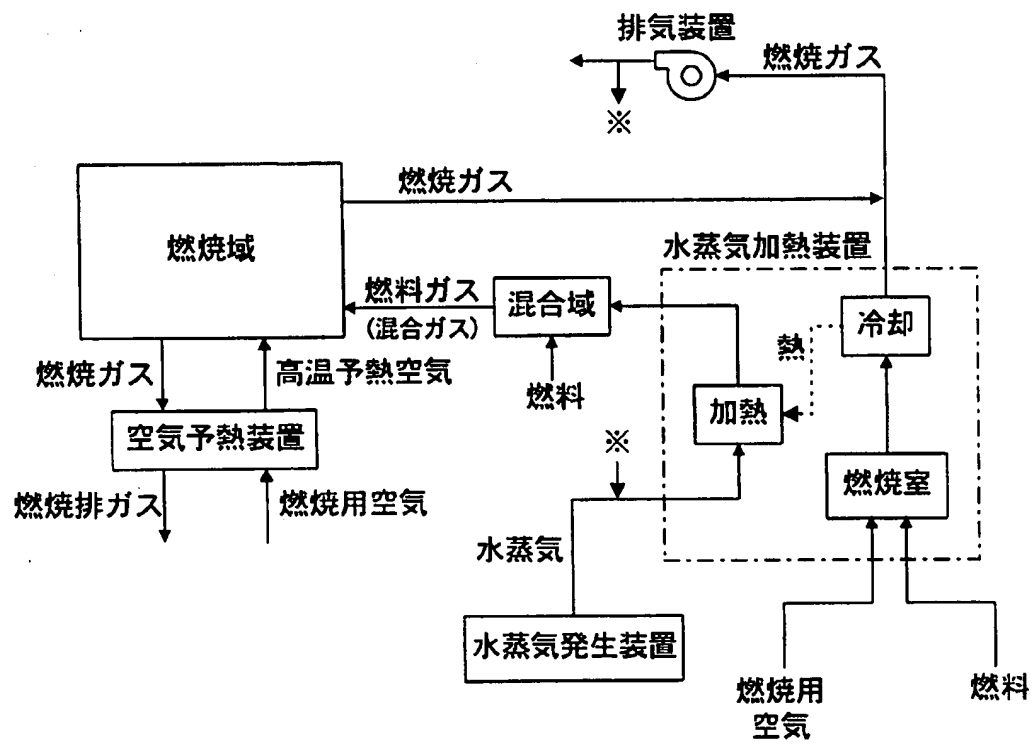
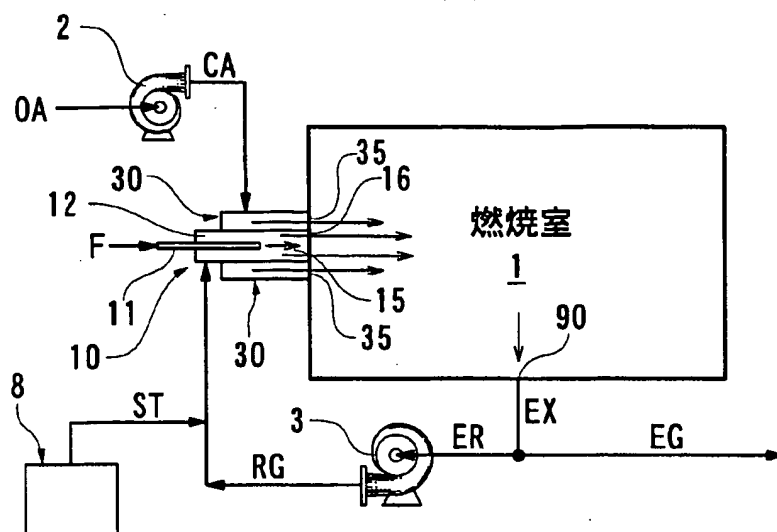


FIG.5

(A)



(B)

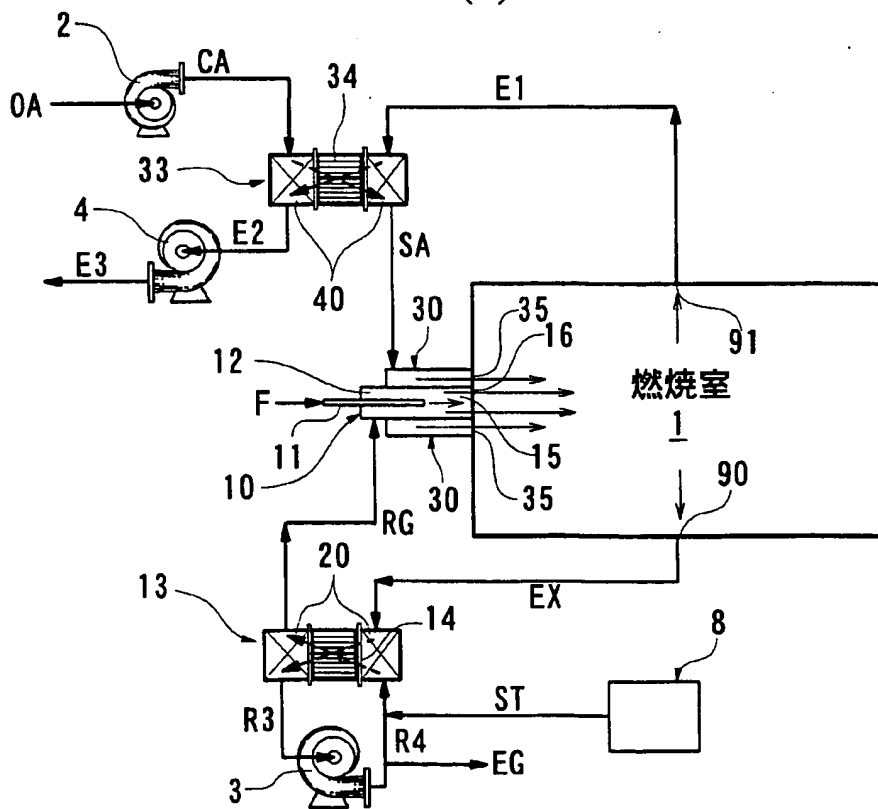


FIG.7

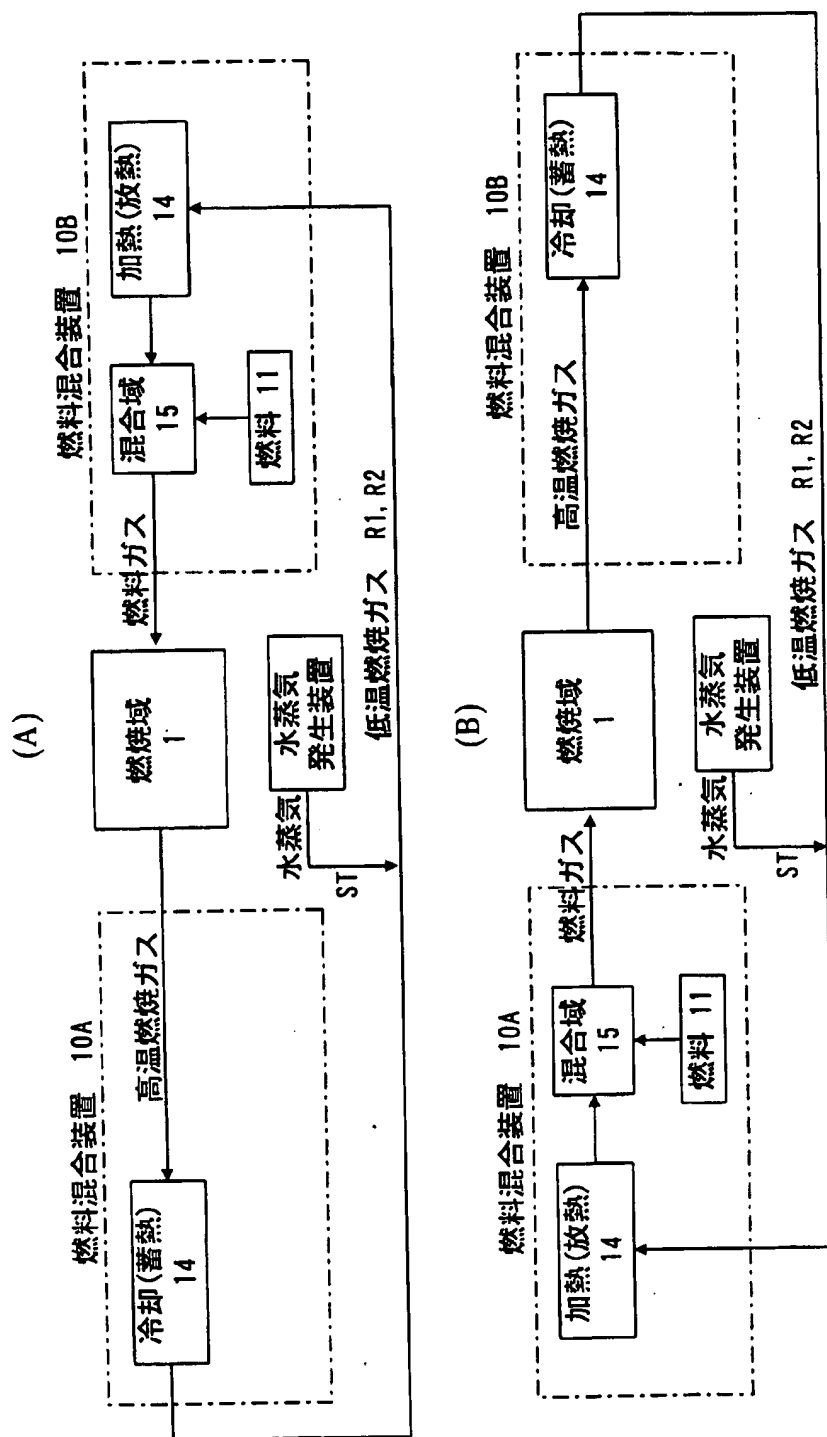


FIG.8

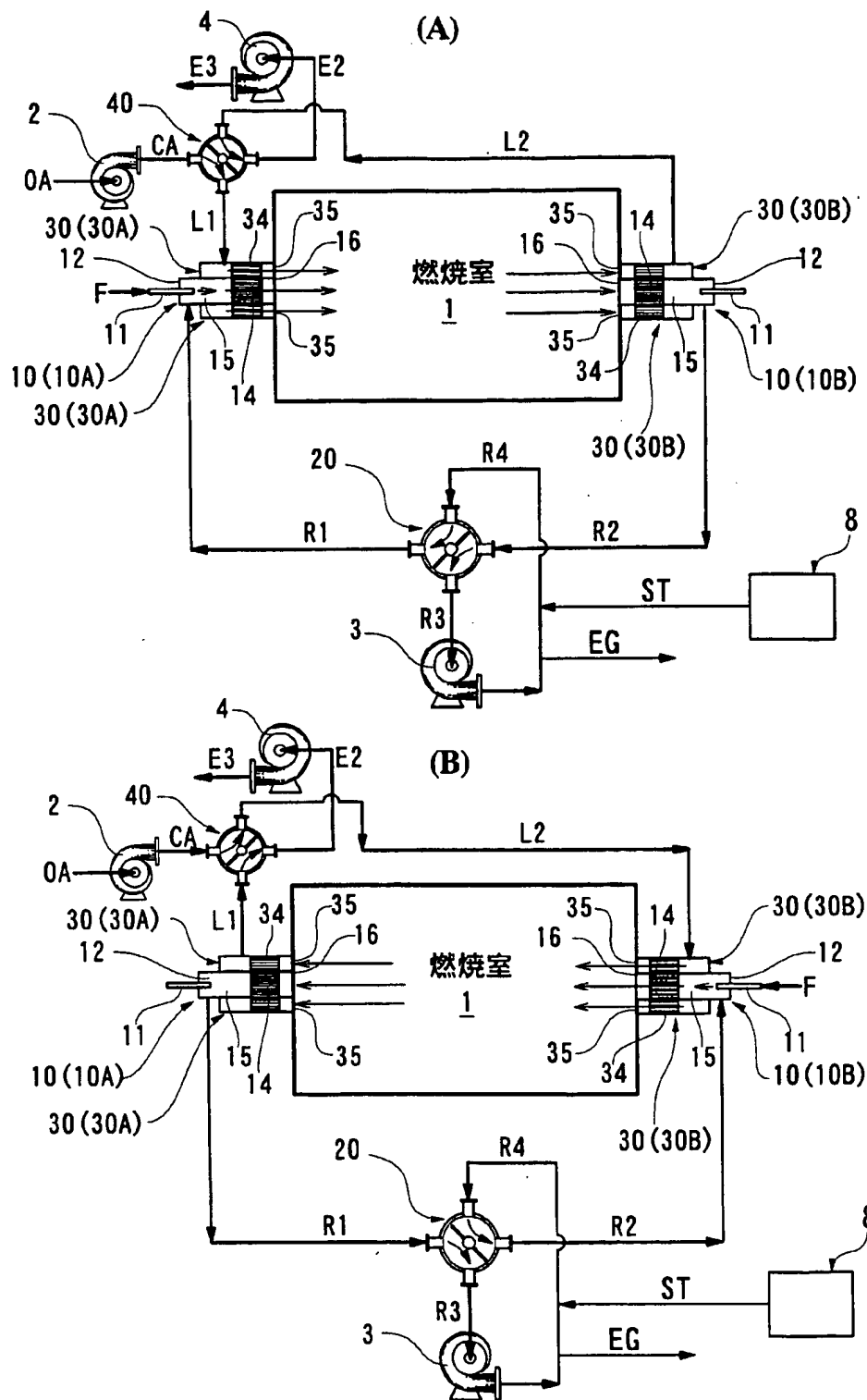
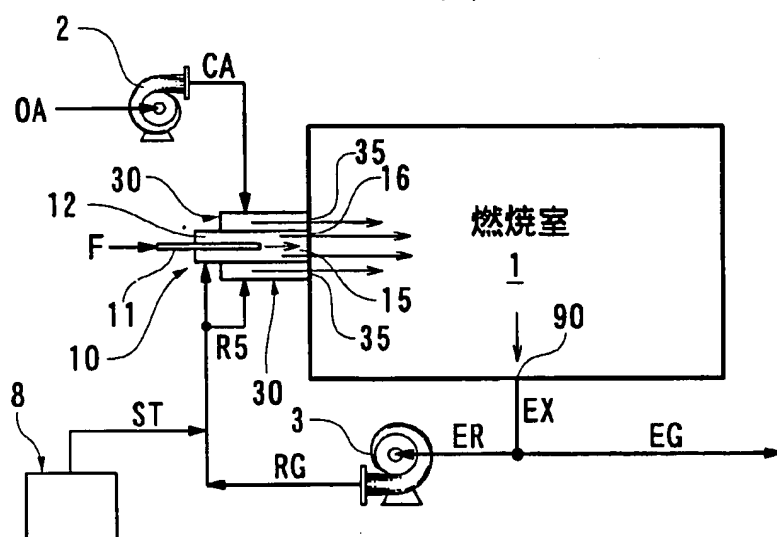


FIG.9

(A)



(B)

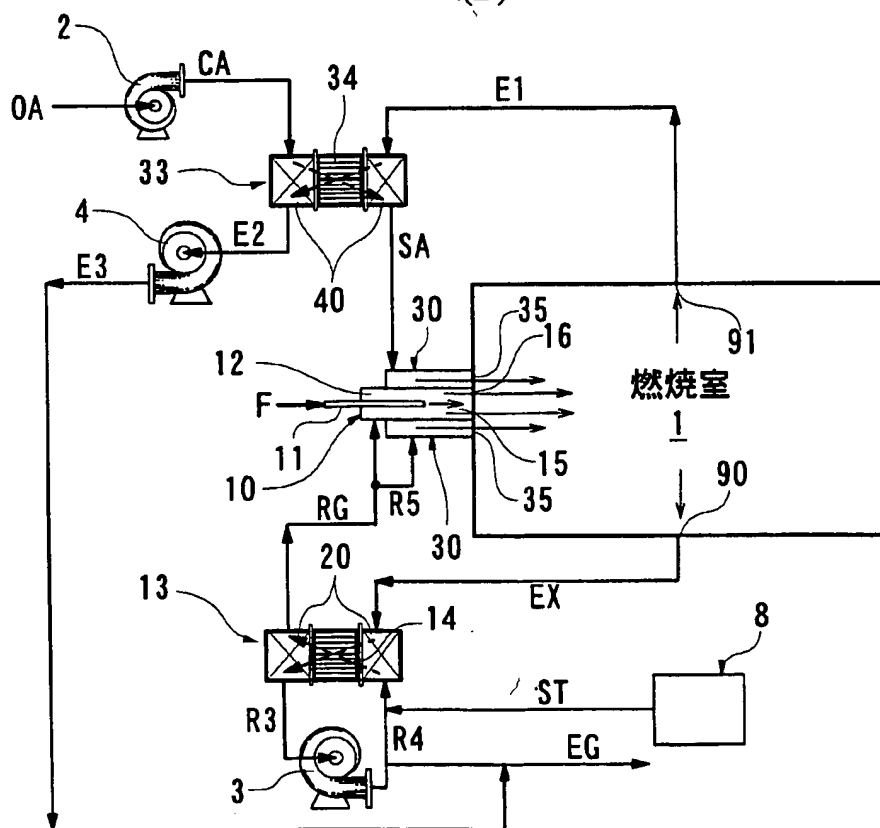


FIG.10

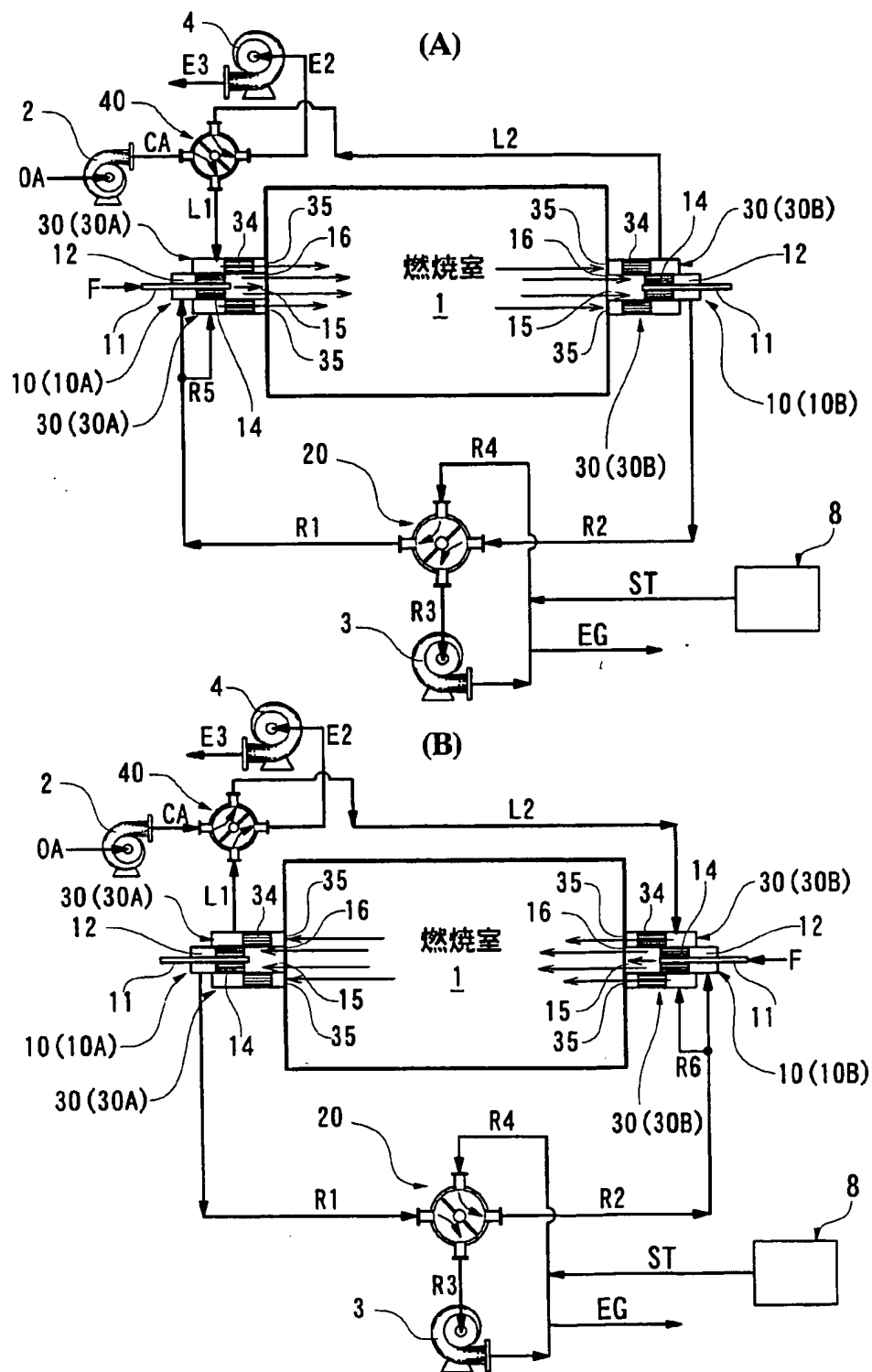


FIG.11

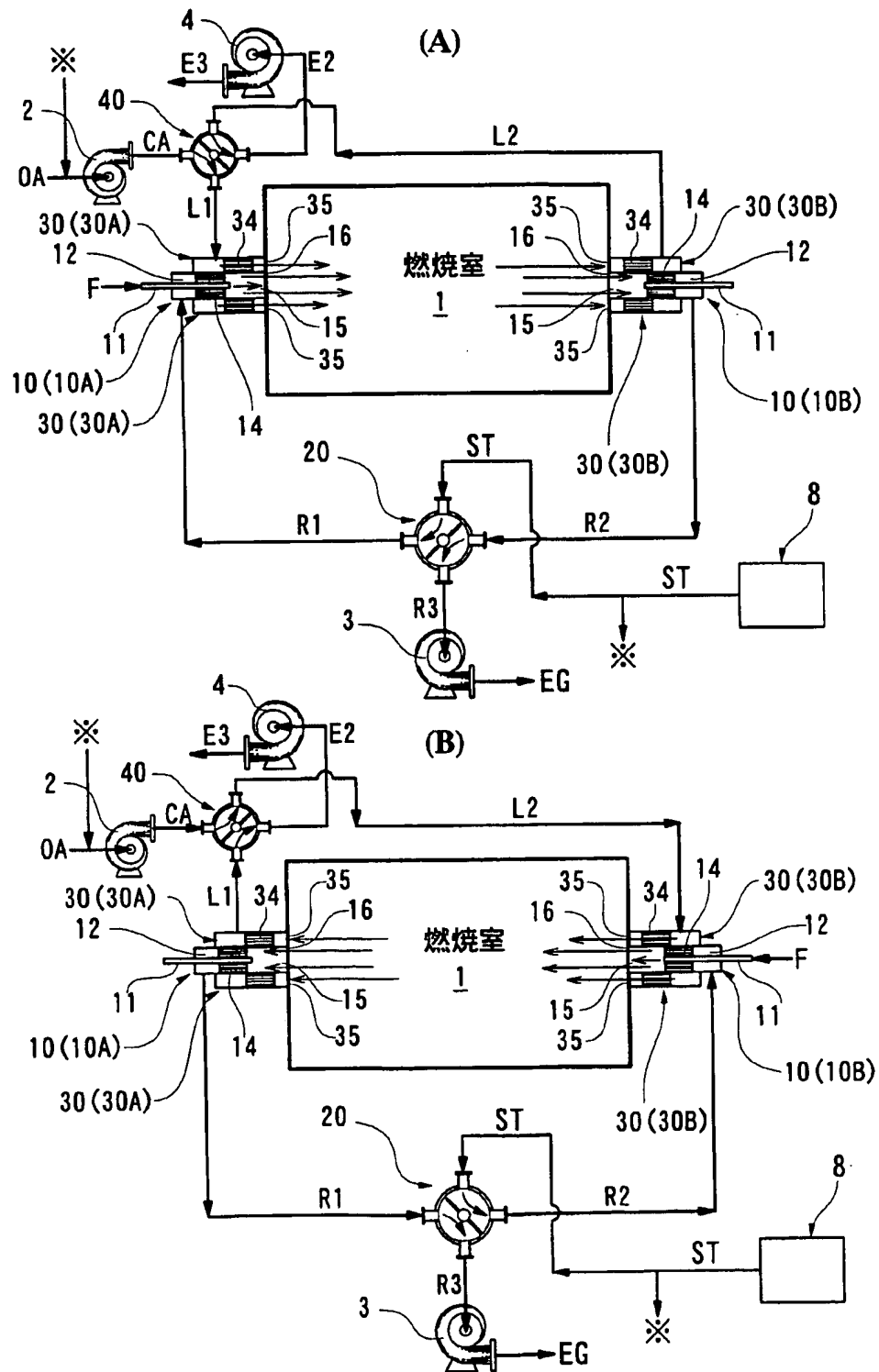


FIG.12

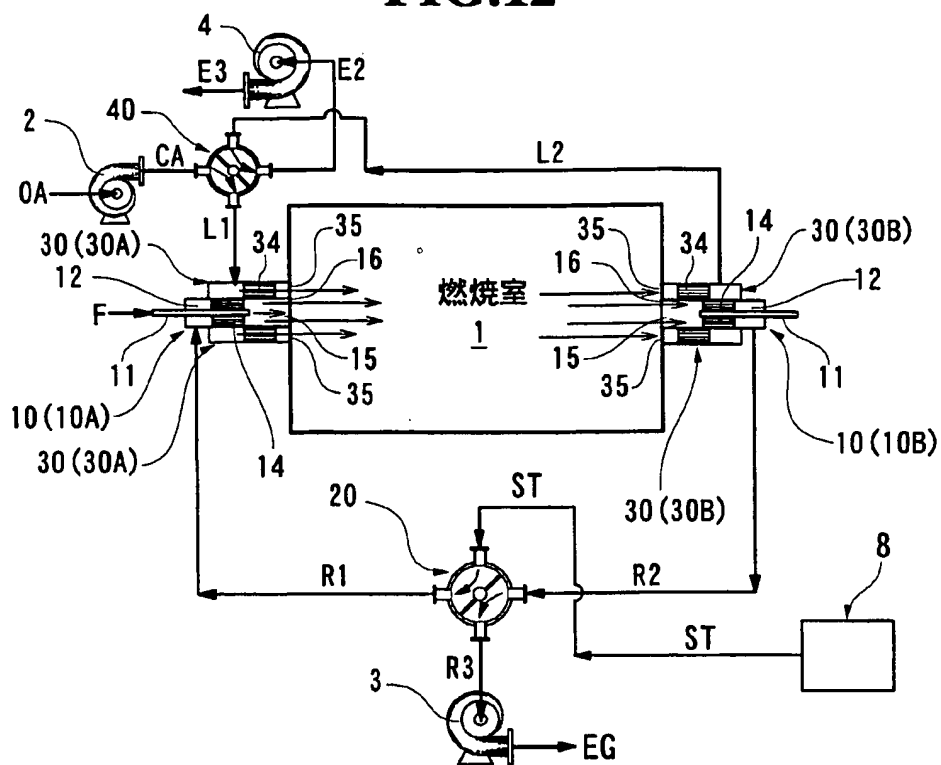


FIG.13

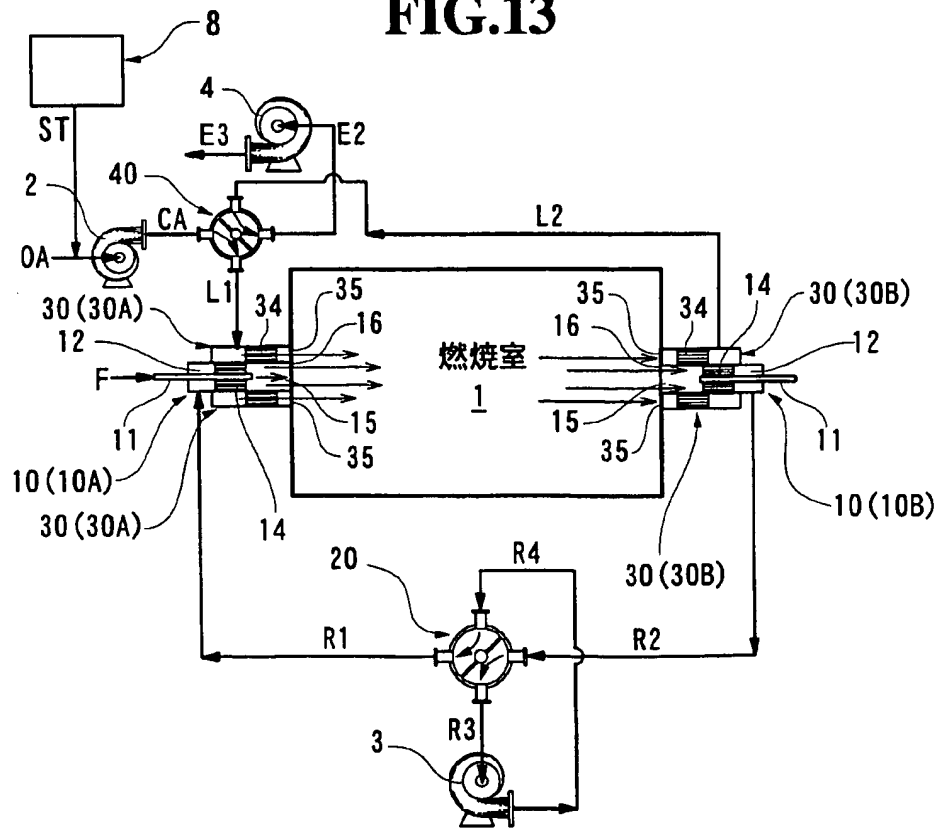


FIG.15

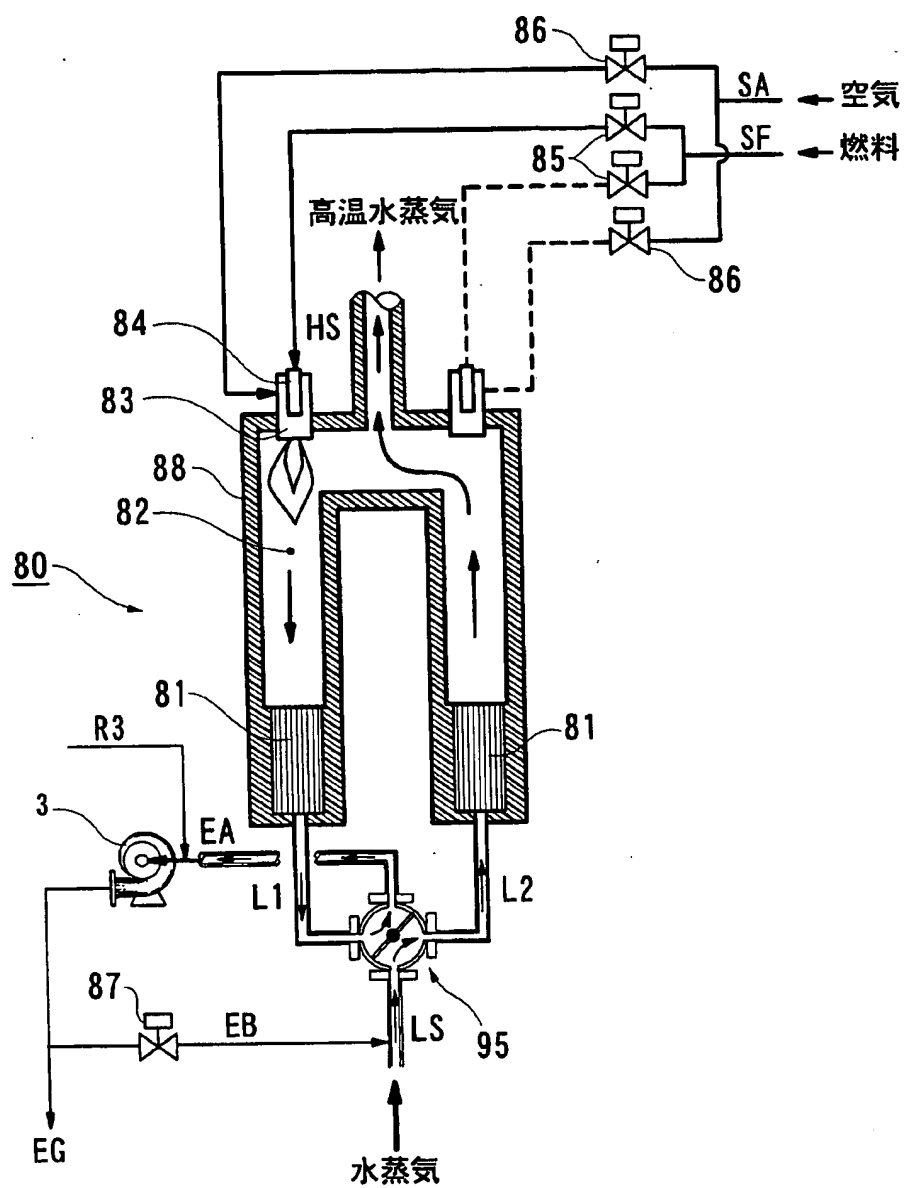


FIG.16

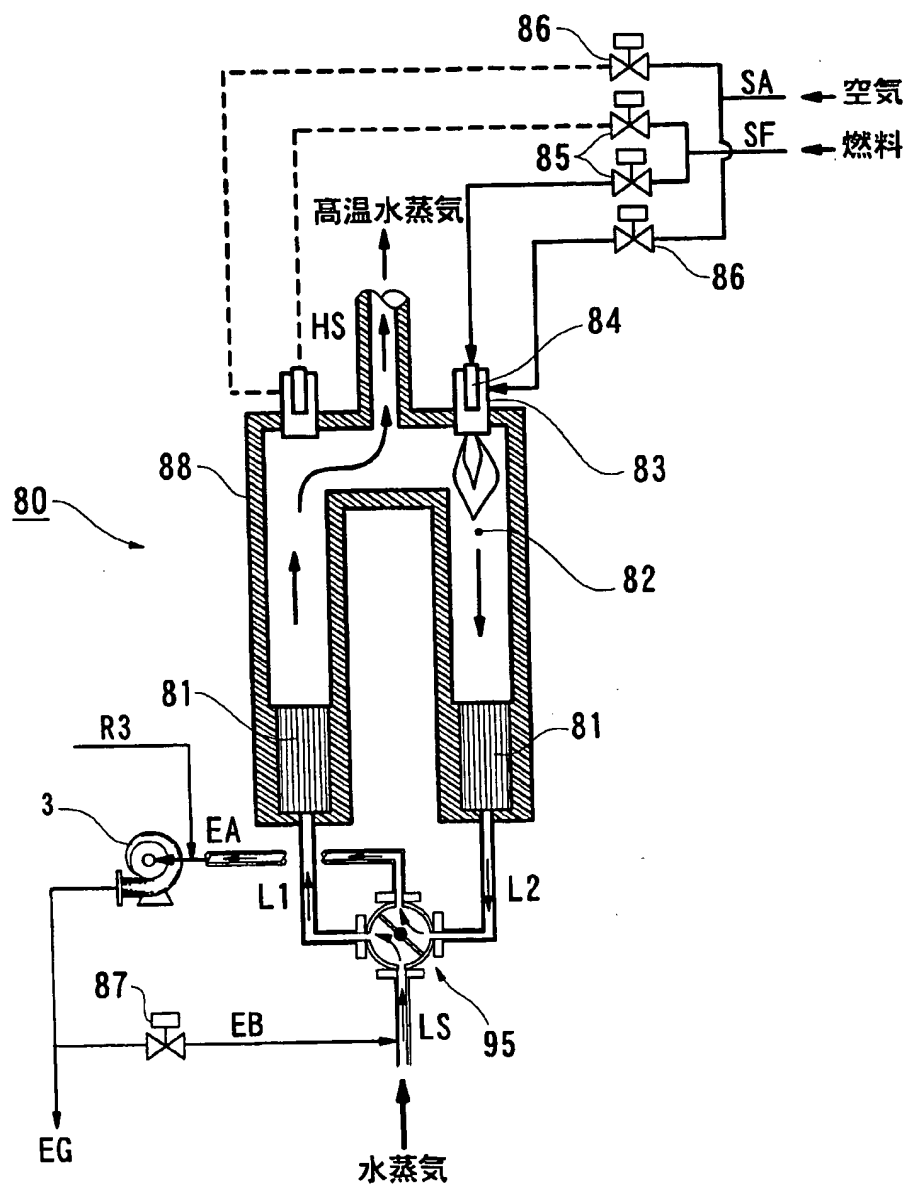


FIG.17

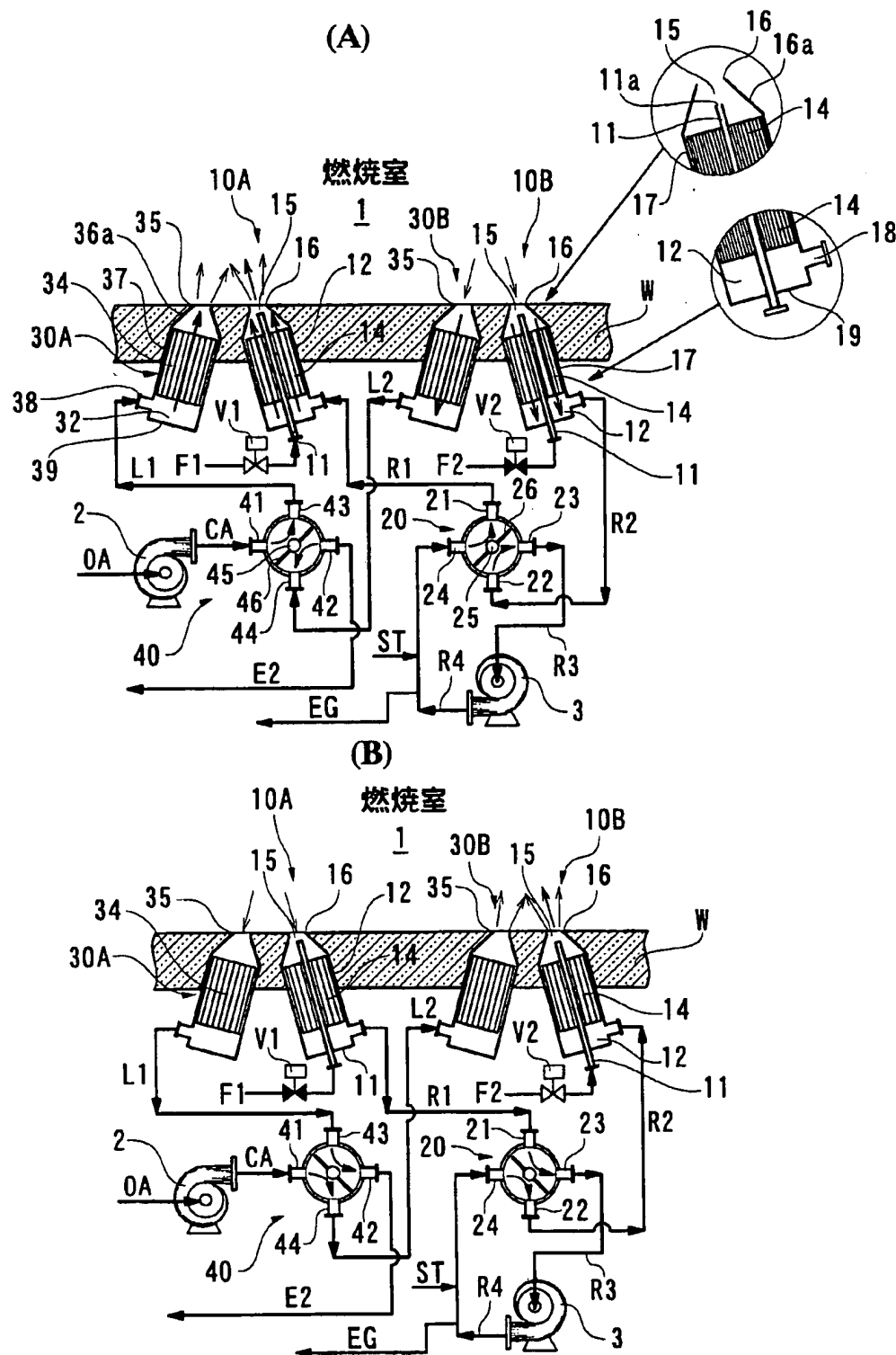


FIG.18

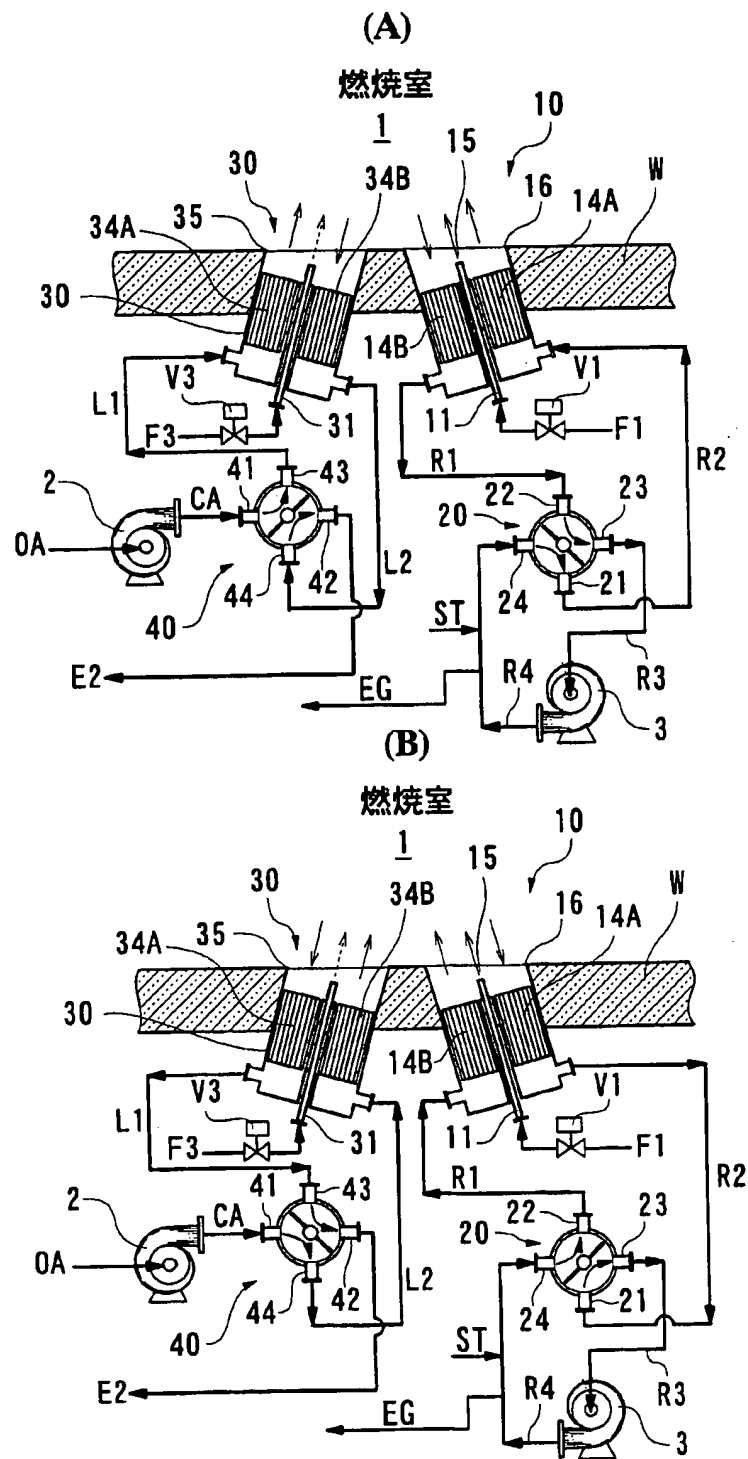


FIG.19

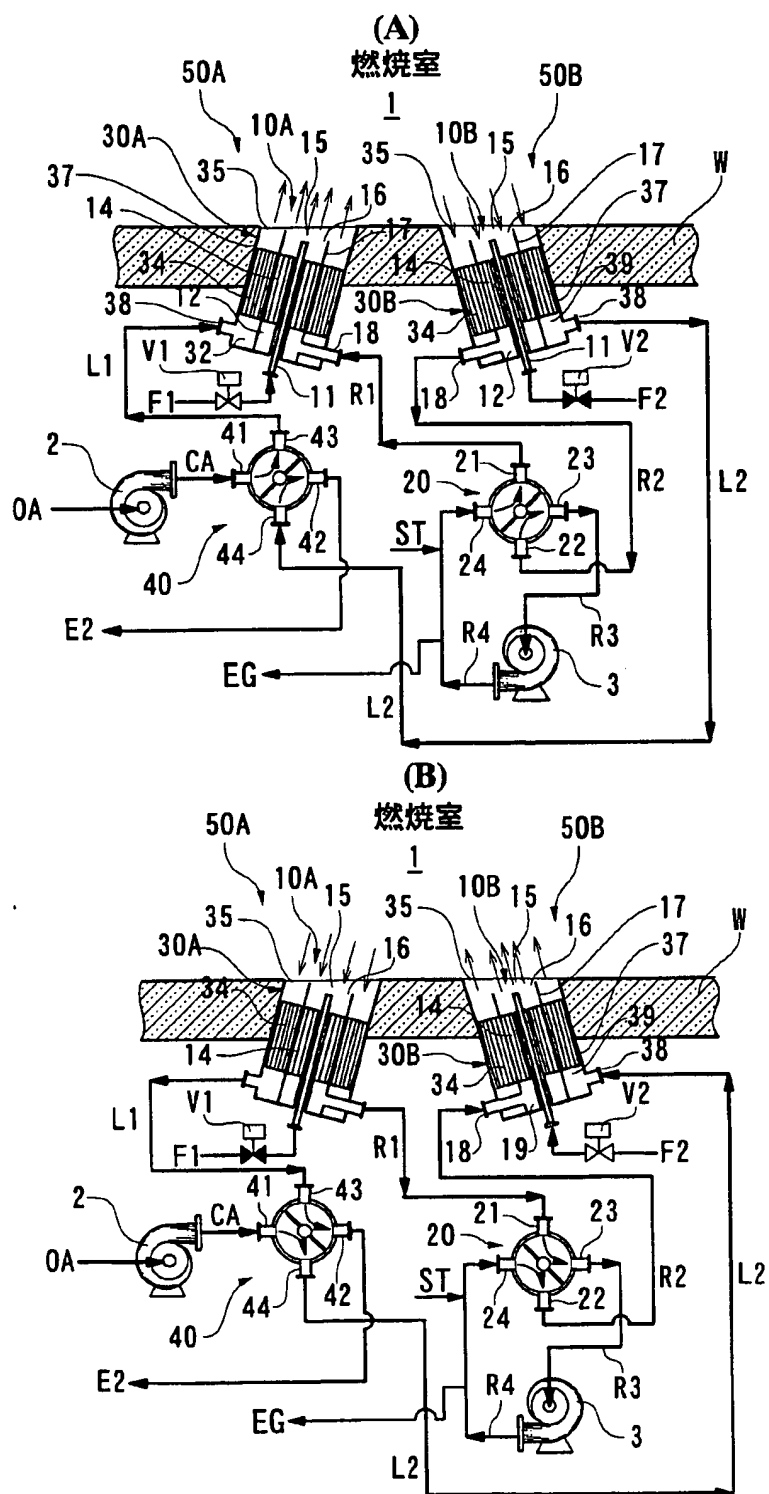


FIG.20

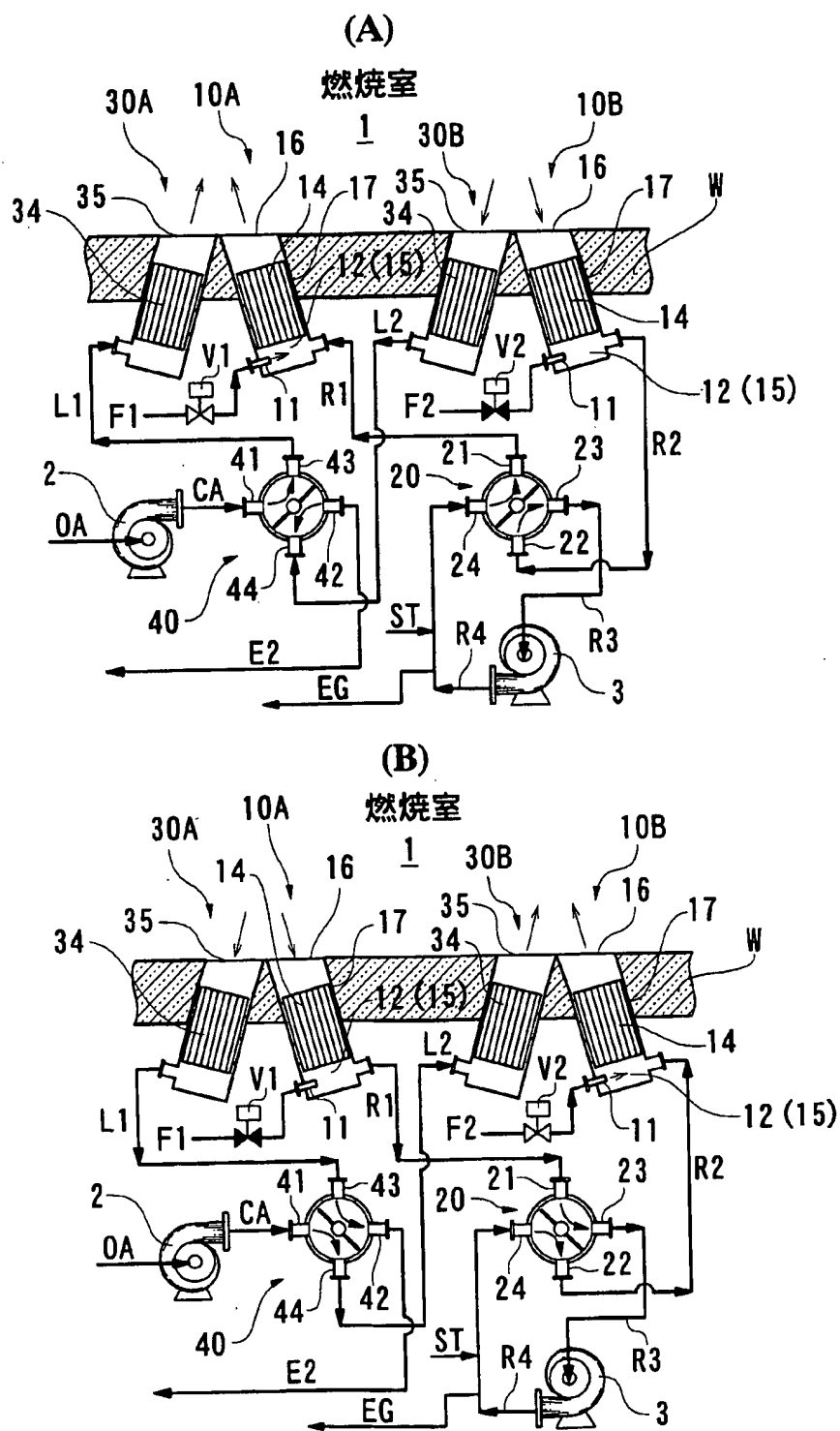
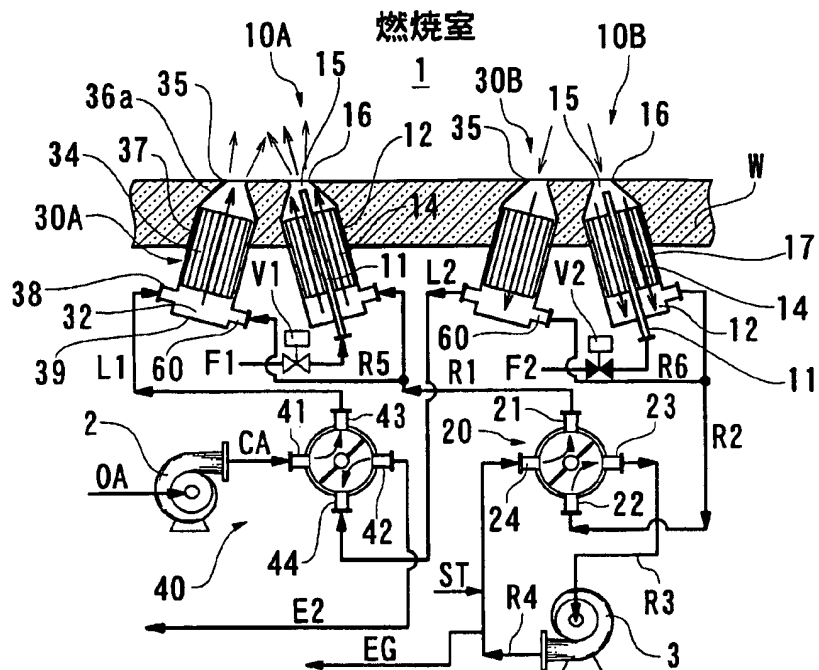


FIG.21

(A)



(B)

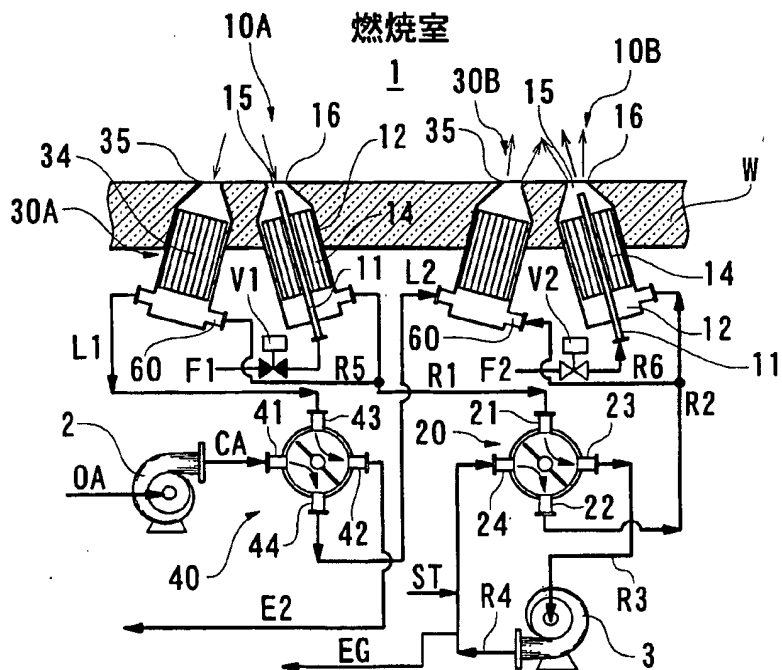


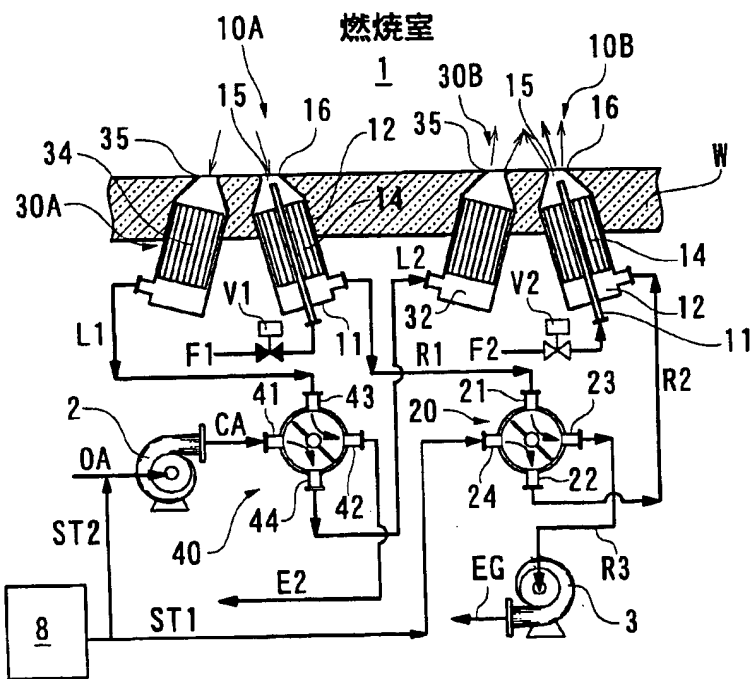
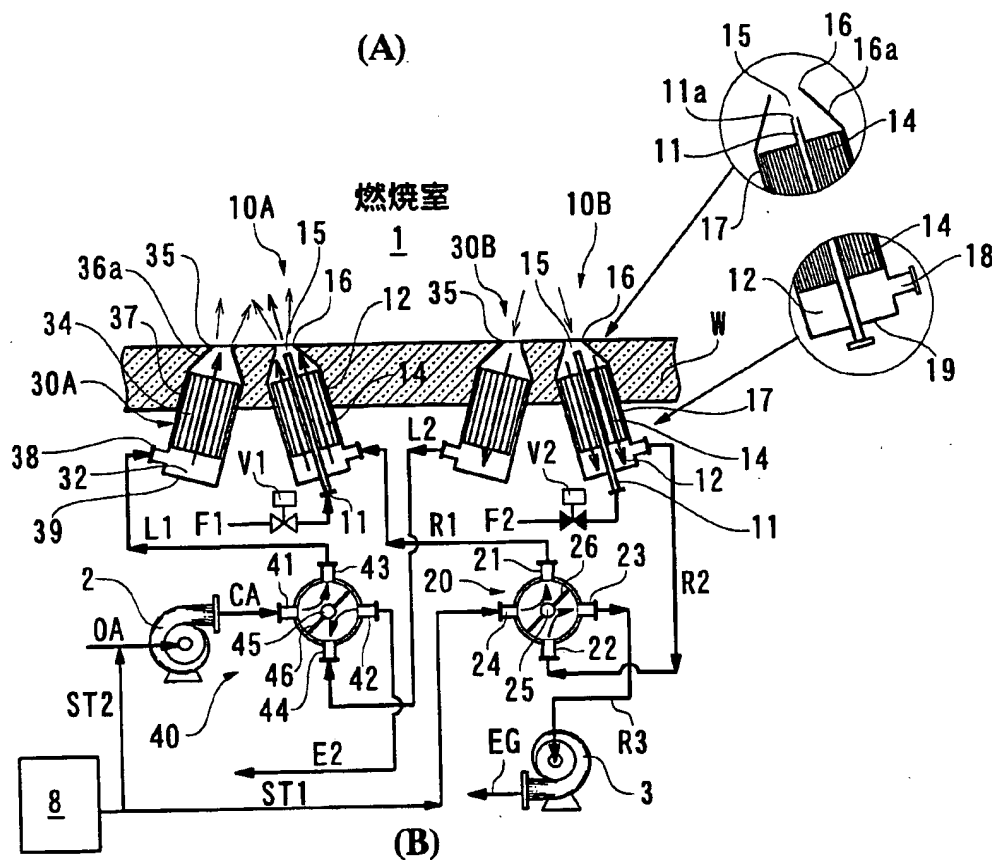
FIG.22

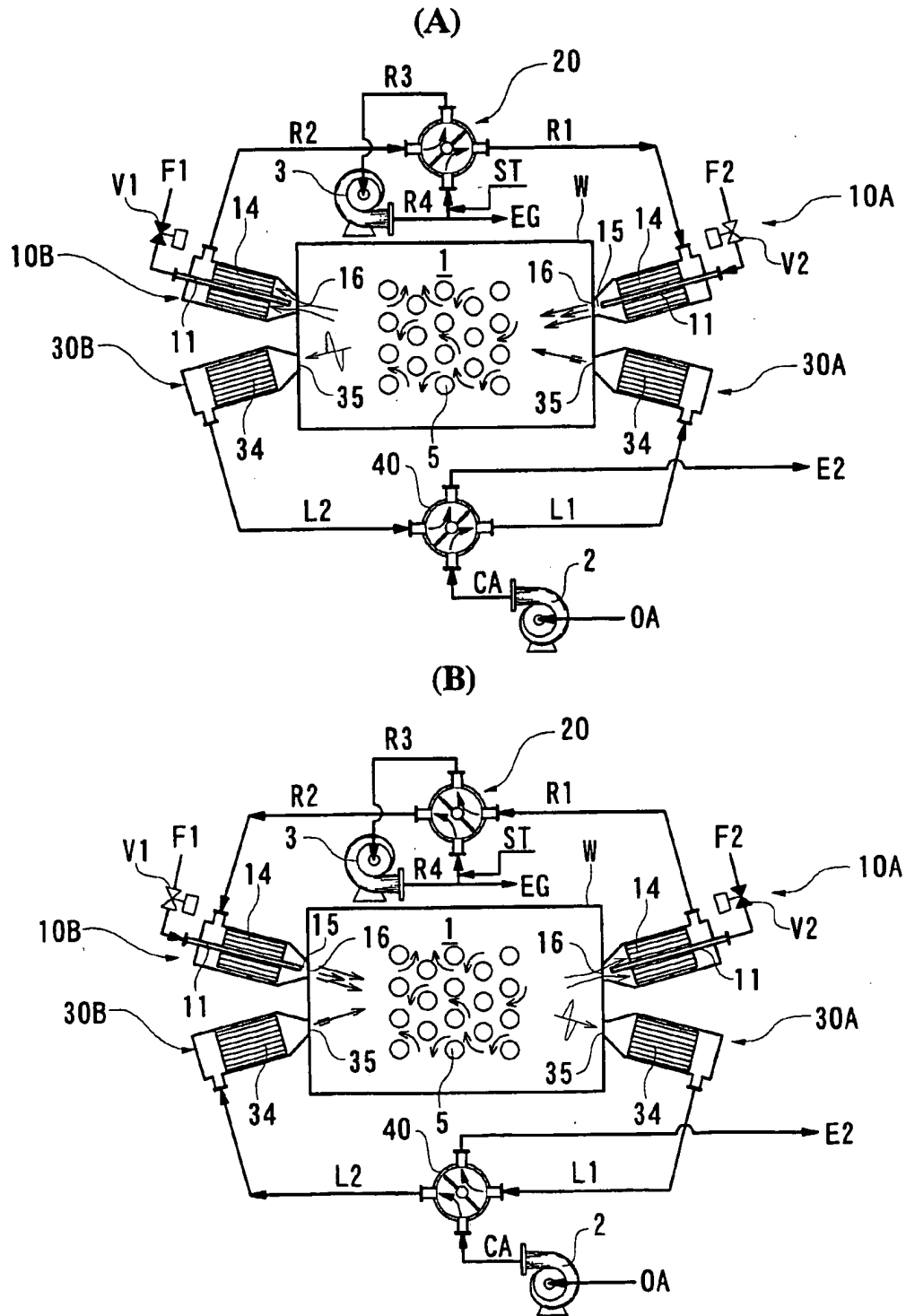
FIG.23

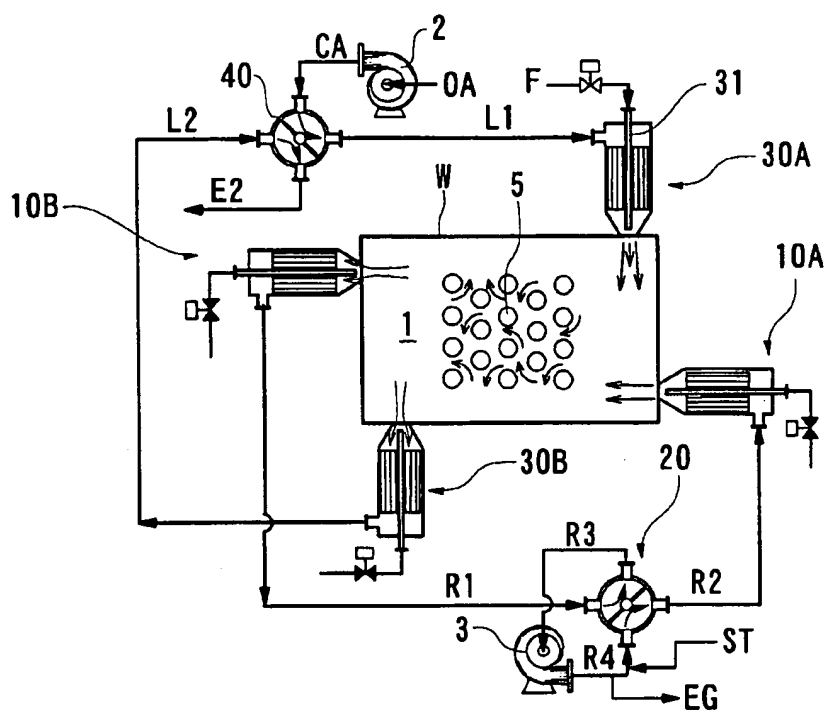
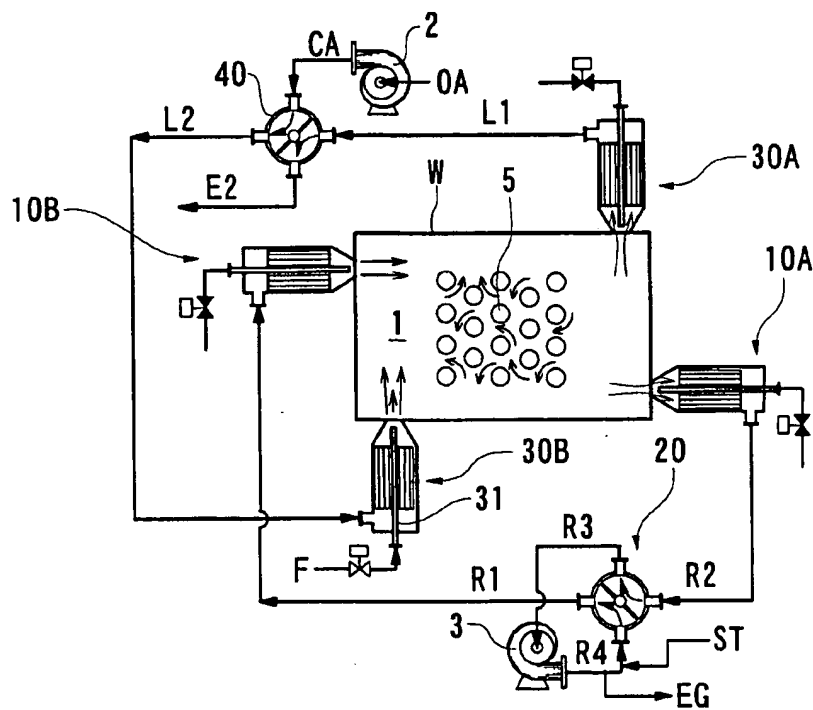
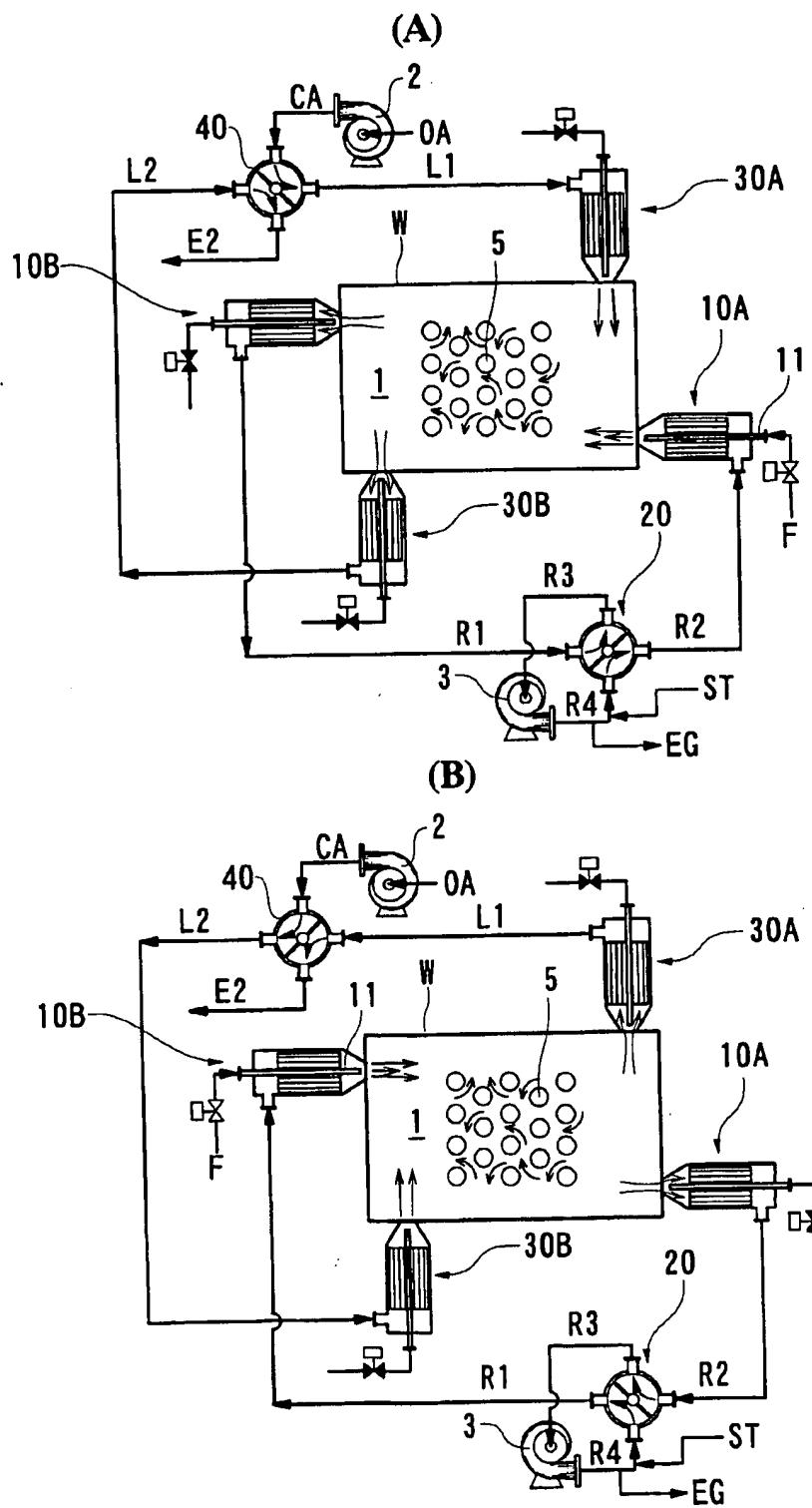
FIG.24**(A)****(B)**

FIG.25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, 4995807, A (Bryan Steam Corporation), 26 February, 1991 (26.02.91), Fig. 3	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-31
Y	Fig. 3 (Family: none)	3, 5, 6, 8, 13, 15, 16, 18-21, 23, 32, 34-37, 39-41
Y	JP, 6-193823, A (NKK Corporation), 15 July, 1994 (15.07.94), Figs. 1, 4 (Family: none)	3, 6, 8, 13, 20, 21, 23, 32
Y	JP, 7-103411, A (Tokyo Gas K.K.), 18 April, 1995 (18.04.95), Figs. 1, 2	5, 15, 16, 18-20, 23
A	Figs. 1, 2 (Family: none)	1-4, 6-14, 17, 21, 22, 24-41

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 November, 2000 (07.11.00)Date of mailing of the international search report
14 November, 2000 (14.11.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-219354, A (Sanken Sangyo K.K.), 18 August, 1998 (18.08.98), Par. No. [0018] (Family: none)	34-37, 39-41
A	EP, 565196, A (SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.), 13 October, 1993 (13.10.93), Fig. 3 & DE, 69301328, C	1-41
A	JP, 5-157212, A (Nippon Furnace Kogyo Kaisha Ltd.), 22 June, 1993 (22.06.93), Figs. 1, 5 (Family: none)	1-41

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/05464

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US, 4995807, A (Bryan Steam Corporation) 26. 2月. 1991 (26. 02. 91) 第3図	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-31
Y	第3図 (ファミリーなし)	3, 5, 6, 8, 13, 15, 16, 18- 21, 23, 32, 34-37, 39-41

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 11. 00

国際調査報告の発送日

14.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 茂夫

3L 8920

電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 6-193823, A (日本鋼管株式会社) 15. 7月. 1994 (15. 07. 94) 第1, 4図 (ファミリーなし)	3, 6, 8, 13, 20, 21, 23, 32
Y	J P, 7-103411, A (東京瓦斯株式会社) 18. 4月. 1995 (18. 04. 95) 第1, 2図	5, 15, 16, 18-20, 23
A	第1, 2図 (ファミリーなし)	1-4, 6-14, 17, 21, 22, 24-41
Y	J P, 10-219354, A (三建産業株式会社) 18. 8月. 1998 (18. 08. 98) 段落【0018】 (ファミリーなし)	34-37, 39-41
A	E P, 565196, A (SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.) 13. 10月. 1993 (13. 10. 93) 第3図 & D E, 69301328, C	1-41
A	J P, 5-157212, A (日本ファーンエス工業株式会社) 22. 6月. 1993 (22. 06. 93) 第1, 5図 (ファミリーなし)	1-41

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 OPA2008PC	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP00/05464	国際出願日 (日.月.年) 15.08.00	優先日 (日.月.年) 16.08.99	
出願人(氏名又は名称) 日本ファーマス工業株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US, 4995807, A (Bryan Steam Corporation) 26. 2月. 1991 (26. 02. 91) 第3図	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-31
Y	第3図 (ファミリーなし)	3, 5, 6, 8, 13, 15, 16, 18- 21, 23, 32, 34-37, 39-41

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 11. 00

国際調査報告の発送日

14.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 茂夫

3 L 8920

電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 6-193823, A (日本鋼管株式会社) 15. 7月. 1994 (15. 07. 94) 第1, 4図 (ファミリーなし)	3, 6, 8, 13, 20, 21, 23, 32
Y	J P, 7-103411, A (東京瓦斯株式会社) 18. 4月. 1995 (18. 04. 95) 第1, 2図	5, 15, 16, 18-20, 23
A	第1, 2図 (ファミリーなし)	1-4, 6-14, 17, 21, 22, 24-41
Y	J P, 10-219354, A (三建産業株式会社) 18. 8月. 1998 (18. 08. 98) 段落【0018】 (ファミリーなし)	34-37, 39-41
A	EP, 565196, A (SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.) 13. 10月. 1993 (13. 10. 93) 第3図 & DE, 69301328, C	1-41
A	J P, 5-157212, A (日本ファーンエス工業株式会社) 22. 6月. 1993 (22. 06. 93) 第1, 5図 (ファミリーなし)	1-41

12-
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/05464	International filing date (day/month/year) 15 August 2000 (15.08.00)	Priority date (day/month/year) 16 August 1999 (16.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F23L 15/02, F23C 9/00, 11/00		
Applicant NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 05 September 2000 (05.09.00)	Date of completion of this report 25 April 2001 (25.04.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	3-6, 8, 9, 13, 15-21, 23, 25-27, 33-41	YES
	Claims	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-32	NO
Inventive step (IS)	Claims	3, 4, 8, 9, 17, 20, 25-27, 33, 38	YES
	Claims	1, 2, 5-7, 10-16, 18, 19, 21-24, 28-32, 34-37, 39-41	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-41	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Document 1: US, 4995807, A (Bryan Steam Corp.), 26 February 1991 (26.02.91), Fig. 3

Document 2: JP, 7-103411, A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 18 April 1995 (18.04.95), Fig. 1, 2

Document 3: JP, 6-193823, A (NKK Corp.), 15 July 1994 (15.07.94), Fig. 1, 4

Document 4: JP, 10-219354, A (Sanken Sangyo Co., Ltd.), 18 August 1998 (18.08.98), paragraph [0018]

Claims 1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, and 28-32

Document 1 discloses a fuel supply device wherein combustion air is mixed with a mixed fluid comprising combustion gas and fuel.

Claims 5, 15, 16, 18, and 19

Document 2 discloses a water injection device that adds steam to combustion gas.

Adding the water injection device disclosed in Document 2 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

Claims 13, 21, and 23

Document 3 discloses both a heat reservoir that stores heat via contact with and heat transfer from

combustion gas and that radiates heat to air for combustion via contact and heat transfer, and a fuel mixing device that mixes fuel with exhaust gas from an exhaust gas recirculation duct.

Adding the heat reservoir and fuel mixing device disclosed in Document 3 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

Claims 34-37 and 39-41

Document 4 discloses a heating device wherein heat is applied in a reduced atmosphere to an object to be heated.

Adding the heating device disclosed in Document 4 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

P C T

国際予備審査報告

REC'D 18 MAY 2001

WIPO PCT

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 書類記号 OPA2008PC	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/05464	国際出願日 (日.月.年) 15.08.00	優先日 (日.月.年) 16.08.99
国際特許分類(IPC) Int. Cl. F23L 15/02, F23C 9/00, F23C 11/00		
出願人(氏名又は名称) 日本ファーマス工業株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
 - II ☐ 優先権
 - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - IV ☐ 発明の単一性の欠如
 - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - VI ☐ ある種の引用文献
 - VII ☐ 国際出願の不備
 - VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 05.09.00	国際予備審査報告を作成した日 25.04.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 新海 岳 電話番号 03-3581-1101 内線 3335	3 L 8111

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- | | | |
|-------------------------------------|----------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | PCT 19条の規定に基づき補正されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
- ☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
- ☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語
3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。
- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
- ☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
- ☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
- ☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
- ☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
- ☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。
4. 補正により、下記の書類が削除された。
- ☐ 明細書 第 _____ ページ
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項
- ☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図
5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 3-6, 8, 9, 13, 15-21, 23, 25-27, 33-41 有
 請求の範囲 1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-32 無

進歩性(IS)

請求の範囲 3, 4, 8, 9, 17, 20, 25-27, 33, 38 有
 請求の範囲 1, 2, 5-7, 10-16, 18, 19, 21-24, 28-32, 34-37, 39-41 無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-41 有
 請求の範囲 無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

- 文献1: US, 4995807, A (Bryan Stream Corporation)
 26. 2月. 1991 (26. 02. 91) 第3図
 文献2: JP, 7-103411, A (東京瓦斯株式会社)
 18. 4月. 1995 (18. 04. 95) 第1, 2図
 文献3: JP, 6-193823, A (日本鋼管株式会社)
 15. 7月. 1994 (15. 07. 94) 第1, 4図
 文献3: JP, 10-219354, A (三建産業株式会社)
 18. 8月. 1998 (18. 08. 98) 段落【0018】

請求の範囲1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-32

上記文献1には、燃焼ガスと燃料の混合流体に燃焼用空気を混合させた燃料供給装置が記載されている。

請求の範囲5, 15, 16, 18, 19

上記文献2には、燃焼ガスに水蒸気を添加する水噴射器が記載されている。
 上記文献1に記載された燃料供給装置に対してかかる文献2記載の水噴射器を付加することは、当業者にとって自明である。

請求の範囲13, 21, 23

上記文献3には、燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱しかつ燃焼用空気に伝熱接触して放熱する蓄熱体、排ガス再循環ダクトからの排ガスに燃料を混合した燃料混合装置が記載されている。

上記文献1に記載された燃料供給装置に対してかかる文献3記載の蓄熱体、燃料混合装置を付加することは、当業者にとって自明である。

請求の範囲34-37, 39-41

上記文献4には、被加熱物を還元性雰囲気中で加熱する加熱装置が記載されている。
 上記文献1に記載された燃料供給装置に対してかかる文献4記載の加熱装置を付加することは、当業者にとって自明である。

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHIMAZOE, Yoshihiko
Room 41, Kyodo Bldg.
2-17, Sotokanda 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 12 September 2000 (12.09.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	International application No. PCT/JP00/05464

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD. (for all designated States except US)
HASEGAWA, Toshiaki et al (for US)

International filing date : 15 August 2000 (15.08.00)

Priority date(s) claimed : 16 August 1999 (16.08.99)

16 August 1999 (16.08.99)

Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 25 August 2000 (25.08.00)

List of designated Offices :

AP : GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW

EA : AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM

EP : AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE

OA : BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG

National : AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,
ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,
MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,
VN,YU,ZA,ZW

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

Masashi HONDA

Telephone No. (41-22) 338.83.38

Continuation of Form PCT/IB/301
NOTIFICATION OF RECEIPT OF RECORD COPY

Date of mailing (day/month/year) 12 September 2000 (12.09.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	International application No. PCT/JP00/05464

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
- ☒ confirmation of precautionary designations
- ☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

SHIMAZOE, Yoshihiko
Room 41, Kyodo Bldg.
2-17, Sotokanda 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 06 November 2000 (06.11.00)	
Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/05464	International filing date (day/month/year) 15 August 2000 (15.08.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 16 August 1999 (16.08.99)
Applicant NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD. et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An **asterisk(*)** appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The **letters "NR"** appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
16 Augu 1999 (16.08.99)	11/229532	JP	03 Octo 2000 (03.10.00)
16 Augu 1999 (16.08.99)	11/229535	JP	03 Octo 2000 (03.10.00)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Somsak Thiphrakesone

Telephone No. (41-22) 338.83.38

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL
OF COPIES OF TRANSLATION
OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY
EXAMINATION REPORT

(PCT Rule 72.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHIMAZOE, Yoshihiko
Room 41, Kyodo Bldg.
2-17, Sotokanda 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 06 December 2001 (06.12.01)	
Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/05464	International filing date (day/month/year) 15 August 2000 (15.08.00)
Applicant NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD. et al	

1. Transmittal of the translation to the applicant.

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

EP,AT,AU,CA,CH,CN,CZ,FI,KP,NO,NZ,RO,RU,SK,US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

AP,EA,AE,AG,AL,AM,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CR,CU,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,PL,PT,SD,SE,SG,SI,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW,OA

3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Elliott PERETTI Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

127
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference OPA2008PC	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/05464	International filing date (day/month/year) 15 August 2000 (15.08.00)	Priority date (day/month/year) 16 August 1999 (16.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F23L 15/02, F23C 9/00, 11/00		
Applicant NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 05 September 2000 (05.09.00)	Date of completion of this report 25 April 2001 (25.04.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	3-6, 8, 9, 13, 15-21, 23, 25-27, 33-41	YES
	Claims	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-32	NO
Inventive step (IS)	Claims	3, 4, 8, 9, 17, 20, 25-27, 33, 38	YES
	Claims	1, 2, 5-7, 10-16, 18, 19, 21-24, 28-32, 34-37, 39-41	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-41	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Document 1: US, 4995807, A (Bryan Steam Corp.), 26 February 1991 (26.02.91), Fig. 3

Document 2: JP, 7-103411, A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 18 April 1995 (18.04.95), Fig. 1, 2

Document 3: JP, 6-193823, A (NKK Corp.), 15 July 1994 (15.07.94), Fig. 1, 4

Document 4: JP, 10-219354, A (Sanken Sangyo Co., Ltd.), 18 August 1998 (18.08.98), paragraph [0018]

Claims 1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, and 28-32

Document 1 discloses a fuel supply device wherein combustion air is mixed with a mixed fluid comprising combustion gas and fuel.

Claims 5, 15, 16, 18, and 19

Document 2 discloses a water injection device that adds steam to combustion gas.

Adding the water injection device disclosed in Document 2 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

Claims 13, 21, and 23

Document 3 discloses both a heat reservoir that stores heat via contact with and heat transfer from

combustion gas and that radiates heat to air for combustion via contact and heat transfer, and a fuel mixing device that mixes fuel with exhaust gas from an exhaust gas recirculation duct.

Adding the heat reservoir and fuel mixing device disclosed in Document 3 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

Claims 34-37 and 39-41

Document 4 discloses a heating device wherein heat is applied in a reduced atmosphere to an object to be heated.

Adding the heating device disclosed in Document 4 to the fuel supply device disclosed in Document 1 would be obvious to a person skilled in the art.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F23L15/02, F23C9/00, F23C11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, 4995807, A (Bryan Steam Corporation), 26 February, 1991 (26.02.91), Fig. 3	1, 2, 7, 10-12, 14, 22, 24, 28-31
Y	Fig. 3 (Family: none)	3, 5, 6, 8, 13, 15, 16, 18-21, 23, 32, 34-37, 39-41
Y	JP, 6-193823, A (NKK Corporation), 15 July, 1994 (15.07.94), Figs. 1, 4 (Family: none)	3, 6, 8, 13, 20, 21, 23, 32
Y	JP, 7-103411, A (Tokyo Gas K.K.), 18 April, 1995 (18.04.95), Figs. 1, 2	5, 15, 16, 18-20, 23
A	Figs. 1, 2 (Family: none)	1-4, 6-14, 17, 21, 22, 24-41

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 November, 2000 (07.11.00)

Date of mailing of the international search report
14 November, 2000 (14.11.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05464

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-219354, A (Sanken Sangyo K.K.), 18 August, 1998 (18.08.98), Par. No. [0018] (Family: none)	34-37, 39-41
A	EP, 565196, A (SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.), 13 October, 1993 (13.10.93), Fig. 3 & DE, 69301328, C	1-41
A	JP, 5-157212, A (Nippon Furnace Kogyo Kaisha Ltd.), 22 June, 1993 (22.06.93), Figs. 1, 5 (Family: none)	1-41

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2000年08月14日（14. 08. 2000）月曜日 21時28分36秒

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号.	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/R0/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01. 07. 2000)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	OPA2008PC
I	発明の名称	燃料供給装置及び燃料供給方法
II	出願人	出願人である (applicant only)
II-1	この欄に記載した者は	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-2	右の指定国についての出願人である。	日本ファーンネス工業株式会社 NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA, LTD. 230-8666 日本国 神奈川県 横浜市鶴見区尻手 2丁目1番53号 1-53, Shitte 2-chome, Tsurumi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 230-8666 Japan
II-4ja	名称	
II-4en	Name	
II-5ja	あて名:	
II-5en	Address:	
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	81-45-575-8040
II-9	ファクシミリ番号	81-45-575-8025

特許協力条約に基づく国際出願願書

OPA2008PC

原本（出願用） - 印刷日時 2000年08月14日（14. 08. 2000）月曜日 21時28分36秒

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 長谷川 敏明 HASEGAWA, Toshiaki 230-8666 日本国 神奈川県 横浜市鶴見区尻手 2丁目1番53号 日本ファーンセス工業株式会社内 c/o Nippon Furnace Kogyo Kaisha, Ltd. 1-53, Shitte 2-chome, Tsurumi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 230-8666 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	氏名(姓名)	
III-1-4en	Name (LAST, First)	
III-1-5ja	あて名:	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 持田 晋 MOCHIDA, Susumu 230-8666 日本国 神奈川県 横浜市鶴見区尻手 2丁目1番53号 日本ファーンセス工業株式会社内 c/o Nippon Furnace Kogyo Kaisha, Ltd. 1-53, Shitte 2-chome, Tsurumi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 230-8666 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-2-1	この欄に記載した者は	
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4ja	氏名(姓名)	
III-2-4en	Name (LAST, First)	
III-2-5ja	あて名:	
III-2-5en	Address:	
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP

特許協力条約に基づく国際出願願書

OPA2008PC

原本（出願用） - 印刷日時 2000年08月14日（14. 08. 2000）月曜日 21時28分36秒

III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人である (applicant only) 星野 俊文 死亡による相続人(女性) (heirress of HOSHINO, Toshihumi (deceased)) 米国のみ (US only)
III-3-2	右の指定国について出願人である。	
III-3-4ja	氏名(姓名)	星野 喜代子
III-3-4en	Name (LAST, First)	HOSHINO, Kiyoko
III-3-5ja	あて名:	252-0813 日本国 神奈川県 藤沢市亀井野
III-3-5en	Address:	412-5 412-5 Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-0813 Japan
III-3-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-3-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	発明者(死亡)である (inventor only (deceased))
III-4-4ja	氏名(姓名)	星野 俊文
III-4-4en	Name (LAST, First)	HOSHINO, Toshihumi
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	島添 芳彦
IV-1-1en	Name (LAST, First)	SHIMAZOE, Yoshihiko
IV-1-2ja	あて名:	101-0021 日本国 東京都 千代田区外神田 2丁目2番17号 共同ビル4階41号
IV-1-2en	Address:	Room 41, Kyodo Bldg., 2-17, Sotokanda 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo 101-0021 Japan
IV-1-3	電話番号	81-3-5295-6648
IV-1-4	ファクシミリ番号	81-3-5295-6649
IV-1-5	電子メール	sipo@mb.infoweb.or.jp

特許協力条約に基づく国際出願願書

OPA2008PC

原本（出願用） - 印刷日時 2000年08月14日（14. 08. 2000）月曜日 21時28分36秒

V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国 EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG 及びアフリカ知的所有権機構と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM DZ EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。	
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	先の出願日	1999年08月16日 (16. 08. 1999)
VI-1-2	先の出願番号	特願平11-229532号
VI-1-3	国名	日本国 JP
VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-2-1	先の出願日	1999年08月16日 (16. 08. 1999)
VI-2-2	先の出願番号	特願平11-229535号
VI-2-3	国名	日本国 JP
VI-3	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1, VI-2
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)

特許協力条約に基づく国際出願願書

OPA2008PC

原本（出願用） - 印刷日時 2000年08月14日（14. 08. 2000）月曜日 21時28分36秒

VIII	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
VIII-1	願書	5	-
VIII-2	明細書	39	-
VIII-3	請求の範囲	5	-
VIII-4	要約	1	ABST.txt
VIII-5	図面	25	-
VIII-7	合計	75	
VIII-8	添付書類 手数料計算用紙	添付 ✓	添付された電子データ -
VIII-16	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
VIII-18	要約書とともに提示する図の 番号	1	
VIII-19	国際出願の使用言語名:	日本語 (Japanese)	
IX-1	提出者の記名押印		
IX-1-1	氏名(姓名)	島添 芳彦	

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

原本(出願用) - 印刷日時 2000年08月14日 (14. 08. 2000) 月曜日 21時28分36秒

OPA2008PC

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式-PCT/R0/101 (付属書)			
0-4-1	このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01. 07. 2000)		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	OPA2008PC		
2	出願人	日本ファーンネス工業株式会社		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	18, 000	
12-2	調査手数料 S	⇒	72, 000	
12-3	国際手数料			
	基本手数料 (最初の30枚まで) b1	40, 700		
12-4	30枚を越える用紙の枚数	45		
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	940		
12-6	合計の手数料 b2	42, 300		
12-7	b1 + b2 = B	83, 000		
12-8	指定手数料			
	国際出願に含まれる指定国 数	86		
12-9	支払うべき指定手数料の数 (上限は8)	8		
12-10	1指定当たりの手数料 (X)	8, 800		
12-11	合計の指定手数料 D	70, 400		
12-12	PCT-EASYによる料金の 減額 R	-12, 500		
12-13	国際手数料の合計 (B+D-R) I	⇒	140, 900	
12-14	優先権証明書請求手数料			
	優先権証明書を請求した数	2		
12-15	1 優先権証明書当たり (X) の手数料	1, 400		
12-16	優先権証明書請求手数料 の合計 P	⇒	2, 800	
12-17	納付するべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	233, 700	
12-19	支払方法	送付手数料: 特許印紙 調査手数料: 特許印紙 国際手数料: 銀行口座への振込み 優先権証明書請求手数料: 特許印紙		

EASYによるチェック結果と出願人による言及

13-1-1	出願人による言及 注釈	弁理士登録番号 9483 島添芳彦
--------	----------------	-------------------

13-2-2	EASYによるチェック結果 指定国	Green? より多くの指定が可能です。(以下の国が指定から はずされています: JP) 確認してください。
13-2-6	EASYによるチェック結果 内訳	Yellow! すべての出願人が願書に署名(記名押印)をしない限 り、委任状又は包括委任状の写しを添付する必要性 があります。
13-2-9	EASYによるチェック結果 注釈	Green? 願書に表示しなければならない通常の項目はすべて 他のPCT-EASYの機能で入力することができます。言 及を用いた表示の有効性について確認してください 。
13-2-10	EASYによるチェック結果 受理官庁/国際事務局記入欄	Green? この願書を作成したPCT-EASYは英語版ないし西欧言 語版以外のWindows上で動作しています。ASCII文字 以外の文字について、願書と電子データを注意して 比較してください。

明 細 書

燃料供給装置及び燃料供給方法

技術分野

- 5 本発明は、燃料供給装置及び燃料供給方法に関するものであり、より詳細には、燃料及び燃焼用空気の混合の制御性や、燃料の燃焼特性、更には、燃焼域の火炎特性等を改善するための燃料供給装置及び燃料供給方法に関するものである。

10 背景技術

- 管式加熱炉、金属加熱炉、窯業焼成炉、金属熔融炉、ガス化熔融炉又はボイラー等の工業炉、或いは、ラジアントチューブバーナ等の燃焼加熱式放熱装置は、炭化水素系燃料を供給する燃料供給装置と、燃焼用空気を供給する空気供給装置と、燃料及び燃焼用空気を混合し且つ燃料を燃焼させるバーナー等の燃焼装置とを備える。燃焼装置において混合した燃料及び燃焼用空気は、拡散燃焼による火炎を燃焼域に生成する。この種の燃焼装置では、燃焼用空気の実際空気量は、燃料の完全燃焼のために、燃料の理論空気量を超える過剰な空気比に設定され、燃焼用空気及び燃料の混合比（空燃費）は、一般には、1.4乃至1.5程度に設定される。バーナー供給
- 20 前における燃料及び燃焼用空気の予混合は、予期せぬ逆火現象を生じさせることが懸念されており、一般には採用されておらず、燃焼用空気及び燃料は、空気吐出口及び燃料噴射口からバーナースロット又は炉内領域に導入され、主にバーナーの基部領域において混合する。例えば、バーナーは、流量差を有する燃料噴射流と空気流とを所望の如く混合すべく、旋回流型
- 25 又は保炎板型等の保炎器を備え、保炎器は、着火可能な高温循環流を燃料及び空気の混合域に形成し、これにより、火炎の吹き消えを防止し、火炎の安定性を確保する。

他方、炉内に生成した燃焼ガスは、炉内領域を循環する。炉内燃焼ガスは、燃焼用空気及び燃料の炉内流入に伴って炉外に排出される。高温の燃焼ガスは、熱回収可能な多大な熱量を依然として保有するので、熱交換装置又は廃熱ボイラ等の廃熱回収手段を介して外界に排気される。一般に、
5 廃熱回収手段は、燃焼用空気を予熱し、或いは、熱媒体として有効利用可能な流体を加熱する。

炉内燃焼ガスの一部は、燃焼用空気及び／又は燃料の噴流と混合する炉内再循環流を形成し、着火を促進するとともに、低酸素濃度の緩慢な燃焼反応を促す。燃焼ガス循環流と燃焼用空気又は燃料との混合は、火炎の局
10 所発熱を防止するとともに、窒素酸化物（ NO_x ）生成を抑制する上で有効であることから、近年殊に重視されている。

燃料噴流、燃焼用空気流および燃焼ガス再循環流の混合過程及び混合比は、燃焼用空気吐出口及び燃料噴射口の位置、構造及び形状、更には、燃焼炉の形態及び構造等により相違し、しかも、炉内領域における各種流体
15 の混合制御は、炉温、熱負荷及び炉内循環流の変動等の予測困難な各種の制御要因と関連するので、燃料、燃焼用空気及び炉内燃焼ガスの混合過程及び混合比は、容易には制御し難い。殊に、操業状態に相応して熱負荷及び炉温が比較的大きく変動する燃焼炉にあっては、燃焼ガス再循環流と空気及び／又は燃料との混合は、燃焼用空気温度の低下時に燃焼安定性を阻
20 害する懸念があり、これを回避し得る対策が必要とされる。かくして、燃料、燃焼用空気及び炉内燃焼ガスの混合過程及び混合比を任意に可変制御し、燃焼域の燃焼反応を常に適正化することができる燃料供給装置の開発が望まれる。

また、本願出願人が開発した燃焼法として、燃焼用空気を 800°C 以上の超高温に予熱し、高温予熱空気を混合域又は燃焼域に導入する超高温空気燃焼法が知られている。 800°C 以上に加熱された高温予熱空気による火炎の燃焼モードは、 400°C 以下の予熱空気による通常火炎の燃焼モー
25

ド、或いは、400乃至800℃の温度範囲に加熱された予熱空気による遷移火炎の燃焼モードと比較し、極めて広範囲の空気比の燃焼雰囲気において安定燃焼する。超高温空気燃焼法における燃焼安定性は、空気予熱温度の高温化により反応速度が増大し、燃焼特性が従来のもものと比べて全く相違することによるものと考えられる。殊に、燃焼用空気又は燃焼用混合気を燃料の自己着火温度よりも高い温度に加熱したとき、着火過程において外部着火を要しない燃焼反応を実現することができる。しかも、超高温予熱空気燃焼法によれば、失火現象を回避しつつ、燃焼用空気の供給流速を可成り高速化し、燃焼用空気を高速流として混合域又は燃焼域に供給し得る。更に、このような超高温空気燃焼法により燃焼域に形成される火炎においては、火炎容積の増大および火炎輝度の低下等の現象が観られる一方、局部熱発生現象は抑制され、この結果、燃焼領域の温度場は均一化する。

ここに、管式加熱炉等の加熱装置に関する輻射及び対流伝熱効果の研究は、従来は、被加熱管の局所的な過熱を防止した上で炉内に所望の温度場を形成する燃焼装置や、被加熱管の配置及び構造等の開発を主に意図したものであった。しかしながら、空燃比が10を超える従来の燃焼装置においては、空気及び燃料の混合は、一般に空気流の温度、流量、流速及び方向性等の制御により支配される傾向があり、燃焼域に生成する火炎の特性は、実質的に空気流の物性及び流体特性により概ね決定されてしまう。例えば、混合域において燃焼反応した燃料及び空気は、燃焼装置の近傍で燃焼し尽くすことから、火炎は、燃焼装置の近傍にのみ形成し得るにすぎず、被加熱物の近傍には到達し難い。これに対し、燃料流体の到達距離等を増大すべく、燃料供給圧力を増大したり、或いは、燃料ノズル径を縮小し、これにより、燃料の吹込み速度を高速化し得たとしても、燃料流体は、空気流量に比べて遙に少量であることから、燃料流体の流勢は、多量の空気流の流勢に打ち消され、吐出直後に失勢してしまうので、燃料流体の到達

距離を増大するには至らない。

他方、上記超高温空気燃焼法によれば、空気比及び空燃比を低減し且つ燃焼ガスの炉内循環流量を増大し得る結果として、緩慢な燃焼反応を炉内に維持し、炉内の温度場を均一化することが可能となる。しかしながら、
5 この種の燃焼法においては、空気流の供給流速は、比較的高速に設定される傾向がある。このため、燃料及び空気の混合の制御が空気流の制御に依存する傾向が、より一層顕著に現れてしまう。

しかも、超高温空気燃焼法では、燃料噴射流、燃焼用空気流及び炉内循環流の混合状態が燃焼反応を制御する上で重要な要因となることが既に判
10 明しており、これら3種の流体の混合制御を重視した装置構成を採用すべき必要がある。しかし、炉内燃焼ガスの循環流を燃料又は空気流と炉内領域で混合する従来の燃焼法によっては、このような各種流体の混合を確実に制御することは、実務的に極めて困難である。かくして、炉内に吐出する燃料流自体の制御性を向上し、燃料流の制御により火炎の位置、拡散態
15 様及び到達距離を制御するとともに、燃料、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合位置及び混合比の制御性を向上することができる新規な燃焼法の開発が望まれる。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向上することが
20 ができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することにある。

本発明は又、炉内燃焼ガス再循環流の制御に依存することなく、燃焼ガスと燃料とを任意に混合することができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することを目的とする。

本発明は更に、新規な燃焼特性を有する燃料ガスを生成する燃料供給装
25 置及び燃料供給方法を提供することを目的とする。

本発明の更に他の目的は、燃焼域に流入する燃料流の制御性を向上し、

燃料流の制御による火炎特性の制御を可能にする燃焼装置及び燃焼方法、
更には、被加熱物に作用する火炎の特性を制御することができる加熱装置
及び加熱方法を提供することにある。

5 発明の開示

本発明者は、上記目的を達成すべく、鋭意研究を重ねた結果、燃焼域の
高温燃焼ガスを炉外に導出して燃料と混合し、または、燃焼ガスに水蒸気
を添加して燃焼ガス中の水蒸気量を調節した後に燃料と混合し、或いは、
高温の水蒸気を燃料と混合することにより、燃料及び燃焼ガスの混合を確
10 実に制御し得るばかりでなく、新規な燃焼特性を有する多量の燃料ガスを
生成し得ることを見出し、かかる知見に基づき、本願発明を達成したもの
である。

即ち、本発明によれば、燃焼用燃料を供給する燃料供給手段と、燃焼用
空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えた燃料供給装置にお
15 いて、

炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気と、前記燃
料供給手段の燃料とを混合する混合装置と、

前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合流体を燃料ガスと
して前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合せしめる燃
20 料ガス導入装置とを備えることを特徴とする燃料供給装置を提供する。

本発明は又、燃焼用燃料及び燃焼用空気を燃焼域に供給する燃料供給方
法において、

炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気を混合域に
供給し、

25 前記燃焼用燃料を前記混合域に供給して、前記燃焼ガス及び／又は水蒸
気と前記燃料との混合流体を生成し、

前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記

燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃料供給方法を提供する。

本発明の上記構成によれば、燃料は、燃焼域から炉外に導出した燃焼ガスと、水蒸気供給手段の水蒸気との双方又は一方と混合する。燃料を燃焼
5 ガス及び／又は水蒸気と混合する工程と、燃料及び燃焼ガスの混合流体を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行されるので、燃料、燃焼用空気、燃焼ガス及び／又は水蒸気の混合制御の任意性及び確実性は、大幅に向上する。燃料と、燃焼ガス及び／又は水蒸気との混合域には、希薄な燃料を含有する比較的多量の混合流体が生成する。混合流体は、炉内
10 燃焼ガスの循環流とは独立して制御可能な運動量（モーメント）を有する多量の燃料ガス流として燃焼域に導入される。従って、炉内に導入された燃料ガス流は、炉内燃焼ガスの循環流に実質的に影響を受けずに燃焼用空気流と混合し、かくして、燃料及び燃焼ガスの混合過程及び混合比は、炉内燃焼ガスの再循環流の制御に依存することなく、燃料供給装置の制御
15 下に可変制御される。

他の観点より、本発明は、上記構成の燃料供給装置と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えたことを特徴とする燃焼装置を提供する。本発明は又、上記構成の燃料供給方法を使用して、混合流体を燃料ガスとして燃焼域に導入し、燃料ガスを燃焼用空気と混合して燃料
20 ガスの燃焼反応を燃焼域に生じさせることを特徴とする燃焼方法を提供する。

このような構成によれば、独立して制御可能な運動量を有する多量の燃料ガス流が燃焼域に導入されるので、燃焼域に生成する火炎の特性は、燃焼用空気流の制御のみに依存することなく、燃焼域に導入する燃料ガス流
25 の制御によっても制御し得る。しかも、燃料は、炉外燃焼ガス及び／又は水蒸気と予め混合した後、燃焼用空気と混合するので、炉内循環流と空気又は燃料とを炉内で混合する従来方式の燃焼法に比べ、燃料及び燃焼用空

気の混合制御の自由度及び確実性を大幅に向上することができる。

更に他の観点より、本発明は、上記構成の燃焼装置を備えた加熱装置を提供するとともに、上記構成の燃焼方法により生成した火炎により被加熱物を加熱する加熱方法を提供する。

- 5 本発明の上記構成によれば、希薄な燃料を含有する比較的多量の燃料ガスを制御することにより、燃焼域に生成する火炎の特性を制御し、これにより、燃焼域の燃焼発熱反応を調整するとともに、被加熱物に対する火炎の輻射及び対流伝熱作用を改善することができる。

- 10 本明細書において、「燃料ガス」なる用語は、燃焼ガス及び／又は水蒸気と燃料とを混合してなる混合流体であって、燃焼用空気と燃焼反応可能な燃料成分を含有するガス流体を意味する。燃料ガス中の燃料成分は、高温の燃焼ガス及び／又は水蒸気との混合により活性化し、これに対し、低酸素濃度の燃焼ガスは、燃料成分の燃焼反応を抑制する。このような燃料ガスは、活性化した希薄な燃料成分を含有する低酸素濃度の高温燃料ガス
15 として、燃焼域に導入され、従来の燃料とは相違する新規な燃焼特性を発揮する。例えば、炉内に導入された燃料ガスは、炉内燃焼ガスと混合することなく、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応し、これにより、局所発熱及び窒素酸化物（ NO_x ）の生成を抑制した広域且つ比較的低温の拡散燃焼火炎を炉内に生成する。

- 20 所望により、燃焼ガス及び／又は水蒸気の一部は、燃焼用空気と混合する。燃焼ガス及び／又は水蒸気により希釈された低酸素濃度の燃焼用空気は、燃焼域に導入され、高温且つ低酸素濃度の上記燃料ガスと混合する。燃料ガス中の燃料成分は、低酸素濃度の燃焼用空気と更に緩慢に燃焼反応し、局所発熱を抑制した広範且つ低温の火炎を燃焼域に生成する。

- 25 また、燃焼ガス中の水蒸気、高温燃焼ガスとの混合又は熱交換により受熱した高温の水蒸気、或いは、別途の水蒸気加熱手段により 700°C 以上に加熱された高温の水蒸気は、燃料炭化水素の熱分解反応及び／又は水蒸

気改質反応を生じさせるので、燃料炭化水素は、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の改質ガスに改質される。従って、燃焼用空気と混合する前に重油等の比較的重質又は低質、或いは、低品位の炭化水素系燃料を軽質又は良質、或いは、高品位の炭化水素系燃料ガスに改質することが可能となる。

図面の簡単な説明

第 1 図～第 4 図は、本発明の好適な実施形態を示す燃料供給装置のブロックフロー図である。

10 第 5 図は、第 1 図（A）及び（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図である。第 6 図は、第 1 図（B）に示す燃料供給装置を備えた他の構成の燃焼装置の概略縦断面図であり、第 7 図は、第 6 図に示す燃料混合装置の作用を概略的に示すブロックフロー図である。第 8 図は、第 1 図（C）に示す構成の燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。

第 9 図は、第 2 図（A）及び（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 10 図は、第 2 図（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。

20 第 11 図は、第 3 図（A）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 12 図は、第 3 図（B）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。第 13 図は、第 3 図（C）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。

25 第 14 図は、第 4 図に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、第 15 図及び第 16 図は、第 14 図に示す水蒸気加熱装置の構成を示す断面図である。

第 17 図～第 22 図は、本発明の第 1～第 6 実施例に係る燃料供給装置及び燃焼装置を示す断面図である。

第 23 図は、本発明に係る加熱装置の実施例を示す概略平面図であり、

第 2 4 図及び第 2 5 図は、加熱装置の変形例を示す概略平面図である。

なお、第 2 4 図は、冷間時における加熱装置の運転形態が示し、第 2 5 図は、加熱装置の熱間時の運転形態を示す。

第 2 6 図は、本発明に係る連続焼成型加熱炉の概略縦断面図である。

5

発明を実施するための最良の形態

図 1 (A) に示す燃料供給装置は、燃焼ガスを燃焼域から導出する燃焼ガス導出路と、燃料及び燃焼ガスの混合域と、燃料を混合域に供給する燃料供給路とを有する。燃焼域に生成した高温の燃焼ガスは、燃焼ガス導出路を介して燃焼域から炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスが、燃焼排ガスとして系外に排気され、燃焼ガスの残部は、混合域に導入される。所望により、水蒸気発生装置の水蒸気が燃焼ガスに注入され、燃焼ガス中の水蒸気量が調節される。炭化水素系燃料が、燃料供給路を介して混合域に導入され、燃焼ガスと混合し、この結果、燃料を燃焼ガスにより希釈してなる高温の混合ガス（燃料ガス）が、混合域に生成する。

10

15

燃焼ガスは、一般に、0 % ~ 1 0 % の範囲の残存酸素濃度を有するにすぎず、従って、燃料供給路の燃料は、燃焼ガスと実質的に燃焼反応することなく、燃焼ガスに混合する。燃焼ガスの温度は、燃焼域の温度と実質的に等しく、従って、少量の低温燃料を混入した混合ガスは、燃焼ガスの温度よりも僅かに低い温度、例えば、8 0 0 ℃ ~ 1 2 0 0 ℃ の範囲の温度を依然として保有する。このような高温の混合ガスにおいては、燃焼ガス中の水蒸気は燃料を改質し、燃料は活性化し、この結果、常温の燃料に比べて燃焼反応し易い。これに対し、低酸素濃度の燃焼ガスは、燃料の燃焼反応を抑制する。

20

燃焼ガスの流量は、燃料供給量に比べて遙に大きく、従って、混合ガスは、希薄な燃料を含有した多量の燃料ガスとして燃焼域に導入される。燃焼用空気が燃焼用空気供給路を介して燃焼域に導入され、混合ガス流は、燃焼域の燃焼ガス循環流に実質的に影響を受けることなく、燃焼域におい

25

て燃焼用空気流と混合し、燃焼反応する。

燃料として、気体、液体、固体又は半固体の燃料を使用し得る。例えば、メタン等の炭化水素系の気体燃料を上記燃料として使用した場合、気体燃料は、燃焼ガスにより希釈された高温の燃料ガスとして燃焼域に流入する。

- 5 燃料及び燃焼ガスの混合過程及び導入過程に生じ得る燃料の熱分解反応及び／又は水蒸気改質反応により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の改質ガスを生成し、これを燃料ガスとして燃焼域に供給することも可能である。また、炭化水素系の液体燃料を上記燃料として使用した場合、蒸発過程及び熱分解過程を含めた燃料の改質反応が混合域及び導入路において進行し、良質の燃料ガス（改質ガス）
10 を燃焼域に供給することができる。更に、微粉炭等の固体燃料を燃料として使用した場合、燃料は、高温の燃焼ガス中に浮遊し、混合域及び導入路において熱分解し、これにより、炭化水素ラジカル、水素、炭素及び一酸化炭素を含む高品位の燃料ガスを燃焼域に供給することが可能となる。なお、このような燃料炭化水素の改質作用には、燃焼ガス中の水蒸気が実質的に影響しているものと考えられることから、上記水蒸気発生装置は、燃焼ガス中の水蒸気量を増量すべく、所望により水蒸気を燃焼ガスに添加し、
15 燃料の水蒸気改質反応を促進する。

- 図 1（A）に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図が、図 5
20 （A）に図示されている。燃焼装置は、燃焼室 1、強制給気ファン 2 及び燃焼用空気供給装置 30 を備えるとともに、燃料供給装置を構成する燃料混合装置 10 及び排ガス循環ファン 3 を備える。給気ファン 2 は、外気吸入路 OA を介して吸引した外気を燃料用空気供給路 CA に圧送する。空気供給装置 30 は、燃焼室 1 に開口した燃焼用空気吐出口 35 を備え、供給
25 路 CA の燃焼用空気は、吐出口 35 から燃焼室 1 内に流入する。排ガス循環ファン 3 は、燃焼ガス導出口 90 及び燃焼ガス導出路 EX、ER を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、燃焼ガスを燃焼ガス導入路 RG から燃料混合装置 10 に供給する。水蒸気ボイラー等の水蒸気発生装置 8 が、水蒸

気供給路 S T を介して燃焼ガス導入路 R G に接続され、 $150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ の過熱水蒸気を燃料ガスに注入し、燃焼ガス中の水蒸気量を調節する。なお、燃焼ガスの一部は、排気流路 E G を介して系外に排気される。

空気供給装置 30 の内側に配置された燃料混合装置 10 は、燃料ノズル 11、燃焼ガス導入部 12、混合域 15 及び燃料ガス噴射口 16 を備える。燃料ノズル 11 は、燃料供給路 F の供給燃料を混合域 15 に噴射し、燃焼ガス導入部 12 は、燃焼ガス導入路 R G の燃焼ガス（及び水蒸気）を混合域 15 に導入する。混合域 15 は、燃料と、燃焼ガス（及び水蒸気）とを混合し、混合ガス（燃料ガス）を燃焼室 1 に噴射する。燃焼室 1 に噴射する混合ガスの流量、噴射圧力及び方向は、燃料ノズル 11 及び燃焼ガス導入部 12 が噴射する燃料及び燃焼ガスの流量、噴射圧力及び方向により制御されるとともに、混合域 15 の構造により規制される。

燃焼室 1 に噴射した混合ガスは、空気供給装置 30 が吐出する燃焼用空気と混合し、燃焼する。燃焼用空気と概ね同等の流量を有する混合ガスは、燃焼用空気流の運動量（モーメント）に相当する運動量を有するので、温度差による浮力及び燃焼用空気流の方向性及び流勢に実質的に影響されることなく、燃料混合装置 10 が設定した方向に流動し、燃焼用空気と混合する。低酸素濃度の燃焼ガスにより燃焼反応を抑制された混合ガスは、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応するので、燃焼域に拡散する混合ガスは、所期の到達距離を確保し、燃焼火炎は、燃料混合装置 10 及び空気供給装置 30 の近傍にのみ局所的且つ集中的に生じることなく、炉内の所定領域に所望の如く生成する。

このような燃料供給法によれば、燃焼ガスを炉外に導出した後に燃料と混合する工程と、燃料及び燃焼ガスの混合流体を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行される。混合ガスの組成及び流量は、混合域 15 に導入される燃焼ガス（及び水蒸気）の流量、燃料供給路 F の燃料供給量、更には、燃焼ガス及び燃料の混合比により可変制御される。燃焼ガス及び燃料の混合比は、好適には、 $1 : 1 \sim 20 : 1$ の範囲に設定される。

混合域に生成した高温の混合ガスは、燃料自体の供給流量よりも遙に大きな流量の燃料ガスとして燃焼域に供給されるので、炉内の燃焼ガス循環流と混合して消勢することなく、燃焼用空気と混合する。従って、燃料ガス及び燃焼用空気の混合比、混合位置、混合形態及び燃焼特性は、燃焼用空気流及び燃料ガス流の双方を調節することにより制御される。燃料ガス及び燃焼用空気の混合比は、好適には、 $1 : 10 \sim 20 : 10$ の範囲に設定される。また、燃焼域に流入する燃料ガスの流速は、好ましくは、 $10 \sim 150 \text{ m/s}$ の範囲に設定される。かくして、燃料及び燃焼ガスの混合過程及び混合比は、炉内燃焼ガスの再循環流の影響を実質的に受けることなく、任意に制御することができ、従って、燃料、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合制御の任意性及び確実性は、大幅に向上する。しかも、混合ガス（燃料ガスは、燃焼ガス（及び水蒸気）により増量するので、混合ガスの流速、流量及び方向性等の制御により、燃焼反応の領域、火炎の位置及び方向性等を制御することが可能となる。

また、上記混合ガスは、活性化した希薄な燃料成分を含有する低酸素濃度の高温燃料ガスとして、燃焼域に導入され、燃焼用空気と緩慢に燃焼反応する。この結果、火炎の局所発熱及び窒素酸化物（ NO_x ）の生成を抑制する上で有利な広域且つ比較的低温の拡散燃焼火炎が、炉内に生成する。しかも、上記燃料供給装置によれば、炉温及び熱負荷が変動する加熱炉等において、炉温及び熱負荷の変動に相応して燃料及び燃焼用空気の混合比を可変制御することができるので、実務的に極めて有利である。

本発明の他の実施形態が図1（B）に図示されている。図1（B）に示す燃料供給装置では、燃料ガス導出路、混合域及び燃料ガス導入路を含む循環回路は、ガス流体を強制循環する強制循環ファン等の循環装置を備えるとともに、循環装置の熱負荷及び熱応力を軽減すべく、燃焼ガスを過渡的に冷却する熱交換装置を備える。熱交換装置は、高温の燃焼ガスを過渡的に冷却する冷却部と、降温した燃焼ガスを再熱する加熱部とを有する。冷却部は、燃焼域から導出した燃焼ガスを 200°C 乃至 300°C 程度の温

度に冷却し、加熱部は、冷却部において受熱した顕熱を冷却後の燃焼ガスに放熱する。冷却部において降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置の水蒸気と混合した後、加熱部において、導出直後の温度と同等の温度に昇温する。また、燃焼用空気は、燃焼用空気を800℃以上、好ましくは、1000℃以上の超高温域に予熱する空気予熱装置を介して、燃焼域に供給される。

図5(B)は、図1(B)に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略断面図である。燃焼装置は、図5(A)に示す燃焼装置と実質的に同一の燃焼室1、強制給気ファン2、排ガス循環ファン3、水蒸気発生装置8、燃料混合装置10及び空気供給装置30を備える。燃焼装置は更に、熱交換装置13、33及び強制排気ファン4を有し、熱交換装置13、33は夫々、複数の区画に分割された蓄熱体14、34を備える。熱交換装置13は、図1(B)に示す冷却部及び加熱部を構成し、熱交換装置33は、図1(B)に示す空気予熱装置を構成する。熱交換装置13、33として、ディスク回転式の流路切換装置20、40を備えた高速切換式の蓄熱型熱交換器を好適に使用し、蓄熱体13、14として、多数の狭小流路を有するハニカム構造のセラミックス製蓄熱体を好適に使用し得る。この形式の熱交換装置の構造は、例えば、本願出願人による特願平7-284825号(特開平9-126675号公報)等に詳細に開示されているので、更なる詳細な説明は、省略する。

外気吸入路OA及び空気供給路CAに接続された給気ファン2は、燃焼用空気を熱交換装置33に導入し、排気ファン4は、燃焼ガス導出口91、排气流路E1、熱交換装置33及び排气流路E2を介して燃焼室1の燃焼ガスを誘引する。蓄熱体34の各区画は、高温の燃焼排ガスと低温の燃焼用空気とに交互に伝熱接触し、燃焼排ガスが保有する顕熱を燃焼用空気に熱伝達し、燃焼用空気を800℃以上の超高温域に加熱する。高温の燃焼用空気は、高温空気供給路SAを介して空気供給装置30に供給され、吐出口35から燃焼室1内に流入する。他方、200℃乃至300℃程度に

降温した排気流路 E 2 の燃焼排ガスは、排気流路 E 3 から系外に排気される。

排ガス循環路 R 3、R 4 に接続された排ガス循環ファン 3 は、燃焼ガス導出口 9 0、燃焼ガス導出路 E X 及び熱交換装置 1 3 を介して燃焼室 1 の
5 燃焼ガスを誘引する。蓄熱体 1 4 の低温区画が、高温の燃焼ガスと伝熱接触して蓄熱し且つ燃焼ガスを冷却する。降温した燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、蓄熱により昇温した蓄熱体 1 4 の高温区画と伝熱接触する。燃焼ガス（及び水蒸気）は、蓄熱体 1 4 を冷却するとともに、蓄熱体 1 4 から受熱し、
10 8 0 0℃以上、好ましくは、1 0 0 0℃以上の超高温域に加熱され、高温の燃焼ガスとして燃焼ガス導入路 R G から燃料混合装置 1 0 に供給される。所望により、燃焼ガスの一部は、燃焼排ガスとして排気流路 E G から系外に排気される。

図 1（B）及び図 5（B）に示す実施形態によれば、燃料供給装置は、
15 冷却部及び加熱部を構成する熱交換装置 1 3 を介装した燃焼ガスの循環回路 E X、R G を備えており、循環ファン 3 の熱負荷及び熱応力は大幅に軽減する。燃料供給装置は又、燃焼用空気を上記超高温域に予熱する熱交換装置 3 3 と関連しており、燃焼室 1 の燃焼域には、超高温予熱空気が供給される。

20 一般に、かかる超高温予熱空気による燃焼反応は、高速の燃焼用空気流の存在下に円滑に進行することが判明しており、燃焼用空気流の流速は、1 0 m/s 以上の高速に設定し得る。高速の空気流は、炉内循環流を活性化するばかりでなく、広範な燃焼反応領域を燃焼室 1 内に形成する。しかも、低酸素濃度の燃焼ガスを多量に含む混合ガスは、超高温域に予熱され
25 た燃焼用空気と混合して自己着火し、低酸素濃度の高温燃焼雰囲気気を炉内に形成する。混合ガス中の燃料成分は、高温燃焼雰囲気気による燃焼反応の促進、燃焼ガス（及び水蒸気）との予混合による燃料の活性化、低酸素濃度に伴う燃焼反応の抑制、更には、高速流による燃焼反応の広域化等の作

用を受け、広範な領域において緩慢に燃焼反応し、比較的低温且つ広域の燃焼火炎を燃焼域に生成する。このような低酸素濃度の高温燃焼雰囲気は、火炎の局所発熱及び窒素酸化物（ NO_x ）の生成を有効に抑制する。

図 6 は、図 1（B）に示す燃料供給装置を備えた他の構成の燃焼装置を示す概略縦断面図である。なお、図 6（A）は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 6（B）は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。また、図 6 において、上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図 6 に示す燃焼装置は、一对の燃料混合装置 10 A、10 B 及び一对の空気供給装置 30 A、30 B を備える。燃焼装置は、熱交換装置の構成に関し、図 5（B）に示す燃焼装置と相違しており、燃料混合装置 10 A、10 B は夫々、蓄熱体 14 を内蔵し、空気供給装置 30 A、30 B は夫々、蓄熱体 34 を内蔵する。蓄熱体 14、34 として、ハニカム構造のセラミックス製蓄熱体を好適に使用し得る。燃焼装置は又、燃焼ガスの流路を切
換える流路切換装置 20 と、燃焼用空気の流路を切換える流路切換装置 40 とを備える。流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔毎に第 1 位置（図 6 A）又は第 2 位置（図 6 B）に交互に切換えられる。

第 1 燃焼工程（図 6 A）において、給気ファン 2 は、外気吸入路 O A の外気を空気供給路 C A から流路切換装置 40 に導入し、燃焼用空気は、給排流路 L 1 を介して空気供給装置 30 A に供給される。燃焼用空気は、空気供給装置 30 A の蓄熱体 34 と伝熱接触し、蓄熱体 34 の放熱作用により上記超高温域に加熱され、しかる後、空気吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。排気ファン 4 は、空気供給装置 30 B、給排流路 L 2、流路切換装置 40 及び排气流路 E 2、E 3 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを系外に排気する。空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 は、高温の燃焼排ガスと伝熱接触して加熱され、燃焼ガスは、降温する。

排ガス循環ファン 3 は、燃料混合装置 10 B、排ガス循環路 R 2、R 3

及び流路切換装置 20 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、流路切換装置 20 及び排ガス循環路 R 4、R 1 を介して燃焼ガスを燃料混合装置 10 A に供給する。燃料混合装置 10 B を流通する燃焼室 1 の高温燃焼ガスは、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 と伝熱接触して冷却するとともに、蓄熱体 14 を加熱する。降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、循環ファン 3 の循環圧力下に燃料混合装置 10 A に供給され、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 を流通し、高温の蓄熱体 14 との熱交換により上記超高温域に加熱される。燃料混合装置 10 A の燃料ノズル 11 は、加熱後の燃焼ガス（及び水蒸気）に燃料を吐出し、燃焼ガス及び燃料の混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流入する。

第 2 燃焼工程（図 6 B）において、燃焼用空気は、外気吸入路 O A、空気供給路 C A、流路切換装置 40 及び給排流路 L 2 を介して空気供給装置 30 B に供給される。燃焼用空気は、空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 と熱交換し、上記超高温域に加熱され、高温の燃焼用空気として空気吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。排気ファン 4 は、空気供給装置 30 A、給排流路 L 1、流路切換装置 40 及び排気流路 E 2、E 3 を介して、燃焼ガスを系外に排気する。空気供給装置 30 A の蓄熱体 34 は、高温の燃焼ガスと伝熱接触して加熱され、燃焼排ガスは冷却される。

排ガス循環ファン 3 は、燃料混合装置 10 A、排ガス循環路 R 1、R 3 及び流路切換装置 20 を介して燃焼室 1 の燃焼ガスを誘引し、流路切換装置 20 及び排ガス循環路 R 4、R 2 を介して燃焼ガスを燃料混合装置 10 B に供給する。燃焼室 1 の高温燃焼ガスは、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 と伝熱接触して冷却し、蓄熱体 14 を加熱する。降温した燃焼ガスは、所望により水蒸気発生装置 8 の水蒸気と混合した後、循環ファン 3 の循環圧力下に燃料混合装置 10 B に供給され、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 と熱交換して上記超高温域に加熱される。燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 は、加熱後の燃焼ガス（及び水蒸気）に燃料を吐出し、燃焼ガス

及び燃料の混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流入する。

図 7 は、図 6 に示す燃料混合装置 10 A、10 B の作用を概略的に示すブロックフロー図であり、図 7 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、
5 図 7 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

上記燃焼装置の構成によれば、燃焼室 1 の燃焼ガスは、一方の燃料混合装置 10 を介して燃焼域から導出され、排ガス循環ファン 3 の循環圧力下に循環路 R 1、R 2 を循環し、所望により水蒸気を添加した後、他方の燃料混合装置 10 に供給され、再熱後に燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼
10 域に導入される。高温燃焼ガスの顕熱は、炉外導出時に蓄熱体 14 に過渡的に蓄熱され、燃料と混合する直前の低温燃焼ガスに放熱される。第 1 及び第 2 燃焼工程が短時間に交互に反復実行され、燃焼ガス（及び水蒸気）は、連続的に冷却され且つ再熱される。

同様に、第 1 及び第 2 燃焼工程の反復により、燃焼用空気は、蓄熱体 3
15 4（図 6）を介して燃焼ガスの顕熱を継続的に受熱し、連続的に超高温域に予熱される。混合ガス及び燃焼用空気は、隣接する燃料混合装置 10 及び空気供給装置 30 から燃焼室 1 に夫々導入され、燃焼室 1 の燃焼域には、上述の如く、緩慢な燃焼反応、燃料ガス流の容積及び流速の増大、更には、燃焼用空気の流速増大等に伴う広域且つ比較的低温の燃焼火炎が生成する。

20 本発明の更に他の実施形態が図 1 (C) に図示されている。図 1 (C) に示す燃料供給装置は、図 1 (B) に示す実施形態と類似し、燃焼ガスの冷却部及び加熱部と、空気予熱装置とを備える。しかしながら、本実施形態において、混合域 15 は、加熱部と循環装置との間に配置される。このような実施形態によれば、燃料は、冷却部において降温した燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合域の混合ガスは、加熱部において上記超高温域
25 に加熱される。加熱部における混合ガスの昇温過程により、混合ガスの熱分解反応及び水蒸気改質反応が生じ、混合ガスは、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料ガスに改質され

る。

図 8 は、図 1 (C) に示す構成の燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、図 8 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 8 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図 8 に示す燃焼装置は、蓄熱体 1 4 を内蔵した燃料混合装置 1 0 A、1 0 B と、蓄熱体 3 4 を内蔵した空気供給装置 3 0 A、3 0 B と、燃焼ガス及び燃焼用空気の流路を切換える流路切換装置 2 0、4 0 とを備えた点において、図 6 に示す燃焼装置と類似する。しかしながら、図 8 に示す燃焼装置では、蓄熱体 1 4 は、燃焼室 1 と混合域 1 5 との間に介装され、蓄熱体 1 4 の狭小流路は、燃焼室 1 と混合域 1 5 とを相互連通する。

第 1 燃焼工程（図 8 A）において、燃料混合装置 1 0 A の燃焼ガス導入部 1 2 に供給された低温の燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料混合装置 1 0 A の燃料ノズル 1 1 から吐出した燃料と混合し、燃焼ガス（及び水蒸気）と燃料との混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 との熱交換により上記超高温域に加熱される。高温の燃焼ガスは、燃料ガス噴射口 1 6 から燃焼室 1 内に流入する。

第 2 燃焼工程（図 8 B）において、燃料混合装置 1 0 B の燃焼ガス導入部 1 2 に供給された低温の燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料混合装置 1 0 B の燃料ノズル 1 1 から吐出した燃料と混合し、燃焼ガス（及び水蒸気）と燃料との混合ガスは、燃料混合装置 1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 との熱交換により上記超高温域に加熱された後、燃料ガス噴射口 1 6 から燃焼室 1 内に流入する。

混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通する間に受熱し、熱分解反応し、比較的良質の燃料ガスに改質される。燃料混合装置 1 0 A、1 0 B から燃焼室 1 内に噴射した混合ガスは、隣接する燃焼用空気吐出口 3 5 から燃焼域に流入する高温の燃焼用空気と混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気による広範な燃焼火炎を燃焼室 1 に生成する。

図 2 (A)、(B) 及び (C) には、本発明の他の実施形態が示されている。図 2 (A)、(B) 及び (C) は、図 1 (A)、(B) 及び (C) の各実施形態と概ね相応した構成を有するが、図 2 に示す各実施形態では、
5 燃焼ガスの一部が燃焼用空気と混合する。図 2 (A) に示す燃料供給装置において、炉外に導出された燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料との混合域に導入されるばかりでなく、燃焼用空気との混合域にも導入される。図 2 (B) に示す燃料供給装置は、高温予熱空気と高温燃焼ガスとを混合する混合域を備えており、加熱部において再熱された燃焼ガス（及び水蒸気）の一部が、高温予熱装置により超高温に予熱された燃焼用空気と混合する。
10 図 2 (C) に示す燃料供給装置は、燃焼用空気と低温燃焼ガス（及び水蒸気）とを混合する混合域を備えており、冷却部において 200℃乃至 300℃程度の温度域に降温した燃焼ガス（及び水蒸気）の一部が、高温に予熱する前の常温空気と混合する。

このような実施形態によれば、燃焼用空気と燃焼ガス（及び水蒸気）と
15 混合により燃焼用空気の酸素濃度が低下し、燃焼用空気の燃焼反応性が抑制される。低酸素濃度の燃焼用空気は、同様に燃焼ガス（及び水蒸気）により希釈された低酸素濃度の燃料ガスと混合し、低酸素濃度の燃焼雰囲気
を燃焼域に形成する。この結果、燃焼域には、緩慢な燃焼反応が進行し、
広域且つ均等な火炎が生成する。

20 図 9 (A)、(B) 及び図 10 は、図 2 に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。図 9 及び図 10 において、上記各実施形態の各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照
符号が付されている。

図 9 (A) 及び図 9 (B) に示す燃焼装置は、空気供給装置 30 に接続
25 された燃焼ガス導入路 R G の分流路 R 5 を備える。燃焼ガス導入路 R G を流通する燃焼ガス（及び水蒸気）は、分流路 R 5 の分岐部で分流し、燃焼
ガス（及び水蒸気）の一部は、空気供給装置 30 において燃焼用空気と混合する。

図 1 0 に示す燃焼装置では、排ガス循環路 R 1 の分岐路 R 5 が、空気供給装置 3 0 A に接続され、排ガス循環路 R 2 の分岐路 R 6 が、空気供給装置 3 0 B に接続される。第 1 燃焼工程（図 1 0 A）において、排ガス循環路 R 1 の燃焼ガス（及び水蒸気）は、分岐路 R 5 から部分的に空気供給装置 3 0 A に導入され、燃焼用空気と混合する。第 2 燃焼工程（図 1 0 B）において、排ガス循環路 R 2 の燃焼ガス（及び水蒸気）は、分岐路 R 6 から部分的に空気供給装置 3 0 B に導入され、燃焼用空気と混合する。

図 3（A）、（B）及び（C）には、本発明の更に他の実施形態が示されている。図 3 に示す実施形態は、燃焼ガス中の水蒸気的作用を殊に重視した構成のものであり、燃焼ガスの熱により 7 0 0℃以上、好ましくは、1 0 0 0℃以上、更に好ましくは、1 5 0 0℃以上の超高温に加熱された水蒸気が、燃料と混合する。即ち、前述の各実施形態では、燃料に含まれる炭化水素の改質反応は、主として、燃焼ガス中の高温水蒸気の使用により効果的に進行しているものと考えられるが、本実施形態では、このような高温水蒸気的作用を更に顕在化すべく、燃焼ガスが保有する顕熱を水蒸気に伝熱して水蒸気を 7 0 0℃以上に超高温に加熱し、高温の水蒸気を燃料と混合するようにしている。高温水蒸気は、改質材且つ高温熱媒体として機能し、燃料は、高温水蒸気的作用により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料に改質され、高温の燃焼用空気と混合して燃焼する。なお、図 3（A）及び図 3（B）に示す装置では、燃焼ガスは、水蒸気を加熱した後、系外に排気される。

図 1 1、図 1 2 及び図 1 3 は、図 3 の各図に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図である。図 1 1 乃至図 1 3 の各図に示す燃焼装置は、図 6 に示す燃焼装置と類似した全体構成を備える。しかしながら、本実施形態では、水蒸気発生装置 8 の水蒸気が、水蒸気供給路 S T を介して流路切換装置 2 0 及び／又は外気吸入路 O A に供給される。水蒸気は、蓄熱体 1 4、3 4 と伝熱接触し、7 0 0℃以上の高温に加熱された後、燃料と混合する。なお、図 1 1 には、燃焼装置の第 1 燃焼工程（図 1 1 A）及

び第 2 燃焼工程（図 1 1 B）が示されており、図 1 2 及び図 1 3 には、燃焼装置の第 1 燃焼工程のみが図示されている。

図 4 には、本発明の更に他の実施形態が示されている。図 4 に示す実施形態は、高温水蒸気を燃料と混合して燃料の改質反応を促進する点において、図 3 に示す実施形態と類似するが、本実施形態では、燃料供給装置は、
5 水蒸気を高温に加熱する水蒸気加熱装置を更に備える。水蒸気加熱用の燃料及び燃焼用空気が、水蒸気加熱装置の燃焼室に供給され、水蒸気発生装置の水蒸気は、燃焼室の燃焼熱を受熱し、700℃以上の高温に加熱される。高温水蒸気は、混合域に供給され、燃料と混合して燃料を改質する。
10 燃料及び高温水蒸気の混合気は、良質の燃料ガスとして高温の燃焼用空気と更に混合し、燃焼装置の燃焼域において燃焼する。

図 1 4 は、図 4 に示す燃料供給装置を備えた燃焼装置の概略縦断面図であり、図 1 5 及び図 1 6 は、水蒸気加熱装置の構成を示す断面図である。

図 1 4 に示す如く、水蒸気加熱装置 8 0 は、水蒸気供給路 L S を介して
15 水蒸気発生装置 8 に接続されるとともに、高温水蒸気供給路 H S を介して流路切換装置 2 0 に接続される。高温水蒸気は、第 1 燃焼工程（図 1 4 A）において、燃料混合装置 1 0 A の混合域 1 5 に導入され、第 2 燃焼工程（図 1 4 B）において、燃料混合装置 1 0 B の混合域 1 5 に導入される。いずれの燃焼工程においても、高温水蒸気は、燃料ノズル 1 1 から吐出した燃料と混合した後、燃料ガス噴射口 1 6 から燃焼室 1 内に流入する。高温水
20 蒸気は、混合域 1 5 に高温雰囲気を形成するとともに、炭化水素系燃料と水蒸気改質反応し、燃料を良質の燃料ガスに改質する。

図 1 5 及び図 1 6 に示す如く、水蒸気加熱装置 8 0 は、加熱炉本体 8 8、
4 方弁 9 5 及び切換制御弁 8 5、8 6、8 7 を備える。加熱炉本体 8 8 は、
25 左右一対のハニカム型蓄熱体 8 1、燃焼室 8 2、燃焼用空気吐出部 8 3 及び燃料ノズル 8 4 を有する。燃焼用空気供給路 S A 及び燃料供給路 S F の空気及び燃料が、制御弁 8 5、8 6 の制御下に空気吐出部 8 3 及び燃料ノズル 8 4 から燃焼室 8 2 のいずれか一方に交互に供給され、水蒸気供給路

LSの水蒸気が、4方弁95の制御下に蓄熱体81のいずれか一方に交互に供給される。燃烧室82に生成した高温の燃烧ガスは、蓄熱体81を加熱した後、排気路EA及び排気流路EGから排気される。比較的低温の水蒸気は、分配路L1又はL2から高温の蓄熱体81に供給され、蓄熱体81に伝熱接触して800℃以上の高温に加熱された後、供給路HSに流出し、流路切換装置20（図14）に供給される。所望により、制御弁87を開放し、排ガス循環路R3の燃烧ガスの一部又は全量を燃烧ガス流路EBから水蒸気供給路LSに導入し、水蒸気供給路LSの水蒸気流に混合しても良い。

以下、図17乃至図26を参照して、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。なお、以下の各図において、図1乃至図16に示す各構成要素と実質的に同一又は均等な構成要素については、同一の参照符号が付されている。

図17は、本発明の第1実施例に係る燃料供給装置を備えた燃烧装置を示す断面図である。図17（A）は、燃烧装置の第1燃烧工程を示し、図17（B）は、燃烧装置の第2燃烧工程を示す。

図17に示す燃烧装置は、図6に示す燃烧装置の構成を更に具体化したものであり、空気供給装置30A、30B、流路切換装置40及び給気ファン2を備えるとともに、燃料供給装置を構成する燃料混合装置10A、10B、流路切換装置20及び排ガス循環ファン3を備える。流路切換装置20、40は、第1位置（図17A）又は第2位置（図17B）に交互に切換えられる。燃料混合装置10A、10B及び空気供給装置30A、30Bは、所定の傾斜角度をなして燃烧室1の炉体Wに固定される。装置10A、30Aの中心軸線は、燃烧室1内の燃烧域において交差するように配向され、装置10B、30Bの中心軸線は、燃烧室1内の燃烧域において交差するように配向される。

燃料混合装置10A、10Bは、円筒形ケーシング17と、ケーシング17内に收容された蓄熱体14と、蓄熱体14の中心部を貫通する燃料ノ

ズル 11 とから概ね構成される。ケーシング 17 の先端部は、截頭円錐形の縮径部 16a を有し、燃料ガス噴射口 16 が、縮径部 16a の先端に開口する。燃料ノズル 11 の燃料噴射口 11a が、燃料ガス噴射口 16 から若干引っ込んだ位置に配置され、混合域 15 が、燃料ガス噴射口 16 と燃料噴射口 11a との間に形成される。ケーシング 17 の底部は、底板 19 により閉塞し、燃焼ガス導入部 12 が、蓄熱体 14 と底板 19 との間に画成される。導入部 12 は、燃焼ガスポート 18 と連通し、ポート 18 は、排ガス循環路 R1、R2 に接続される。燃料ノズル 11 は、底板 19 を貫通し、燃料供給管 F1、F2 に接続され、燃料供給制御弁 V1、V2 が、
10 燃料供給管 F1、F2 に夫々介装される。

空気供給装置 30A、30B は、円筒形ケーシング 37 と、ケーシング 37 内に収容された蓄熱体 34 とから概ね構成される。ケーシング 37 の先端部は、截頭円錐形の縮径部 36a を有し、燃焼用空気吐出口 35 が、縮径部 36a の先端に開口する。ケーシング 37 の底部は、底板 39 により閉塞し、燃焼用空気導入部 32 が、蓄熱体 34 と底板 39 との間に画成される。導入部 32 は、燃焼用空気ポート 38 と連通し、ポート 38 は、給排流路 L1、L2 に接続される。
15

蓄熱体 14、34 は、多数の正方形断面のセル孔を備えた格子状のセラミックス製ハニカム構造体からなる。ハニカム構造体は、ケーシング 17、37 内に組込み可能な断面寸法及び全長を有し、各セル孔は、燃焼ガス又は燃焼用空気を流通可能な狭小流路を構成する。セル壁の壁厚及び各セル壁のピッチ（間隔）は、好ましくは、蓄熱体の容積効率の最大値に相応し且つ 0.7 乃至 1.0 の範囲内の温度効率を達成可能な壁厚及びピッチに設定される。
20

流路切換装置 20 は、第 1 位置又は第 2 位置に選択的に切換制御可能な高速切換式の 4 方弁からなり、中心回転軸 25 に固定された板状の弁体 26 を有する。流路切換装置 20 は、排ガス循環路 R1、R2 に夫々接続された給排ポート 21、22 と、排ガス循環路 R3、R4 に夫々接続された
25

バイパスポート 23、24 とを備える。循環路 R3 は、排ガス循環ファン 3 の吸引口に接続され、循環路 R4 は、循環ファン 3 の吐出口に接続される。循環路 R4 には、排気流路 EG 及び水蒸気供給路 ST が接続され、所望により、燃焼ガスの一部が系外に排気され、水蒸気発生装置（図示せず）
5 の水蒸気が、循環路 R4 の燃焼ガス流に注入される。

流路切換装置 40 は、流路切換装置 20 と同時に第 1 位置及び第 2 位置に切換制御可能な高速切換式の 4 方弁からなり、中心回転軸 45 に固定された板状の弁体 46 を有する。流路切換装置 40 は、燃料用空気供給路 CA に接続された給気ポート 41、排気流路 E2 に接続された排気ポート 4
10 2、給排流路 L1、L2 に夫々接続された給排ポート 43、44 を備える。

第 1 燃焼工程（図 17A）において、流路切換装置 20、40 は、第 1 位置に保持される。燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 10B の蓄熱体 14 を介して排ガス循環ファン 3 に吸引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され、所望により供給路 ST の水蒸気を添加された後、燃料
15 混合装置 10A の蓄熱体 14 を介して同混合域 15 に吐出する。燃料供給制御弁 V1 は、燃料混合装置 10A の燃料ノズル 11 に燃料を供給し、燃料は、燃料混合装置 10A の混合域 15 に吐出する。燃料と燃焼ガス（及び水蒸気）とは、混合域 15 において混合し、混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流出する。燃焼室 1 の燃焼ガスは
20 又、空気供給装置 30B の蓄熱体 14 を介して給排流路 L2 に導出され、排気ファン（図示せず）の排気誘引圧力下に流路切換装置 40 及び排気流路 E2 を介して系外に排気される。給気ファン 2 は、燃料用空気供給路 CA、流路切換装置 40 及び給排流路 L1 を介して燃焼用空気を空気供給装置 30A の蓄熱体 34 に導入し、蓄熱体 34 を流通した燃焼用空気は、燃
25 焼用空気吐出口 35 から燃焼室 1 内に流出する。装置 10A、30A から吐出した燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内において混合し、燃料ガスは、燃焼する。

第 2 燃焼工程（図 17B）において、流路切換装置 20、40 は、第 2

位置に保持される。燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 10 A の蓄熱体 14 を介して排ガス循環ファン 3 に吸引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧し且つ所望により供給路 S T の水蒸気を添加した後、燃料混合装置 10 B の蓄熱体 14 を介して混合域 15 に吐出する。燃料供給制御弁 V 2 は、燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 に燃料を供給し、燃料は、燃料混合装置 10 B の混合域 15 に吐出する。燃料と燃焼ガス（及び水蒸気）とは、混合域 15 において混合し、混合ガスは、燃料ガスとして燃料ガス噴射口 16 から燃焼室 1 内に流出する。燃焼室 1 の燃焼ガスは又、空気供給装置 30 A の蓄熱体 14 を介して給排流路 L 1 に導出され、排気ファン（図示せず）の排気誘引圧力下に流路切換装置 40 及び排气流路 E 2 を介して系外に排気される。給気ファン 2 は、燃料用空気供給路 C A、流路切換装置 40 及び給排流路 L 2 を介して燃焼用空気を空気供給装置 30 B の蓄熱体 34 に導入し、蓄熱体 34 を流通した燃焼用空気は、燃焼用空気吐出口 35 から燃焼室 1 内に流出する。装置 10 B、30 B から吐出した燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内において混合し、燃料ガスは、燃焼する。

流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔で第 1 位置又は第 2 位置に交互に切換えられ、第 1 燃焼工程（図 17 A）及び第 2 燃焼工程（図 17 B）は、交互に実行される。燃料混合装置 10 A、10 B の各蓄熱体 14 は、高温の燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを冷却する蓄熱作用と、冷却した燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを超高温域に加熱する放熱作用とを反復する。従って、排ガス循環路 R 3、R 4 の燃焼ガス温度は低下するので、排気循環ファン 3 の熱負荷及び熱応力は軽減する一方、混合域 15 に吐出すべき燃焼ガス（及び水蒸気）は、導出直後の温度よりも僅かに低い温度に再熱される。空気供給装置 30 A、30 B の各蓄熱体 34 は、高温の燃焼ガスに伝熱接触して燃焼ガスを冷却する蓄熱作用と、低温の燃焼用空気に伝熱接触して燃焼用空気を超高温域に加熱する放熱作用とを反復する。従って、燃焼排ガスが保有する顕熱は、蓄熱体

1 4 を介して燃焼用空気に熱伝達し、燃焼用空気吐出口 3 5 から吐出する燃焼用空気は、継続的に超高温域に予熱される。

このように高温の燃焼用空気及び高温の混合ガスの噴射流が、燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 から燃焼域に噴流し、燃料混合装置 1 0 及び空気供給装置 3 0 の中心軸線の交差領域において混合し、低酸素濃度の高温燃焼雰囲気（燃焼用空気）が交差領域に形成される。流路断面積を制限した燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 における燃料ガス及び燃焼用空気の流速は、例えば、 10 m/s を超える高速に設定され、高速の燃料ガス流及び燃焼用空気流が、燃焼室 1 内に流入する。燃焼用空気の流量と概ね同等の流量を有する燃料ガス流は、燃焼用空気流と同等の運動量を有し、従って、燃焼用空気流と独立した燃料ガス流の制御を実行することが可能となる。

即ち、従来の炉内再循環ガス流による燃料の希釈法では、燃料噴流と炉内燃焼ガス流とを炉内領域で混合することにより、燃料及び燃焼ガスを混合していたのに対し、本発明では、燃料噴射口 1 1 a から噴射した燃料は、蓄熱体 1 4 の炉内側端面から吐出した高温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、多量の高温燃焼ガス（及び水蒸気）を含む混合ガス流（燃料ガス噴流）として混合域 1 5 から炉内に流入する。燃料は、炉内に流入する前に既に高温燃焼ガスと混合しているので、炉内燃焼ガス流との混合を格別に要しない。しかも、炉内に導入される燃料ガス噴流は、炉内燃焼ガス循環流の影響を実質的に受けない十分な運動量を有し、燃焼用空気流と衝突混合して、緩慢に燃焼反応する。このような燃料供給法によれば、炉内の燃焼ガス循環流に影響されることなく、燃料ガス流と燃焼用空気流との混合位置及び混合領域を任意に制御することが可能となる。

また、燃料及び燃焼ガスは、混合域 1 5 において混合するので、燃料と、燃焼ガス（及び水蒸気）との混合過程及び混合比を任意に設定するとともに、かかる制御を確実に実行することができ、しかも、燃料ガス流は、十分な運動量を有するので、所望の炉内位置で燃焼用空気流と混合すること

ができる。かくして、上記構成によれば、燃料、燃焼ガス（及び水蒸気）、燃焼用空気の混合過程及び混合比を確実に制御することが可能となる。

更に、水蒸気の注入により比較的多量の水蒸気を含む燃焼ガスは、高温に加熱された後、燃料と混合するので、燃料は、燃焼ガス中の高温水蒸気の改質作用により比較的良好質又は高品位の燃料に改質される。ここに、高温の燃焼ガス及び水蒸気は、燃料炭化水素の水蒸気改質反応（吸熱反応）に要する顕熱を混合域 15 に供給する高温熱媒体又は熱源としても作用する。

加えて、このような多量の燃料ガス流による燃焼法は、少量の燃料流体を多量の燃焼用空気流と混合するにすぎない従来の燃焼法とは、以下の如く、全く相違する。

即ち、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃料の燃焼反応を抑制し且つ燃料の運動量を大幅に増大する高温の燃料キャリア又は燃料増量手段として機能し、他方、高温の燃焼用空気は、低酸素濃度の燃焼雰囲気において燃料ガスの自己着火により燃料ガスの緩慢な燃焼反応を生じさせる酸化剤として作用する。運動量が増大した燃料流体は、炉内温度差に伴う浮力の影響を受け難く、しかも、燃焼用空気との不均一且つ局所的な混合による不完全燃焼又は局所発熱を防止する。更に、独立制御可能な運動量を有する燃料流体は、炉内循環流の影響を受け難いので、燃料流体と燃焼用空気との混合位置、混合状態及び混合速度等を燃料ガスの制御により規制し、これにより、火炎の位置及び特性を所望の如く制御することが可能となる。

また、従来の高速切換式蓄熱型燃焼装置では、燃焼排ガスの排気口と空気及び燃料の吐出口とが炉壁面において隣接配置される結果、吐出口の燃料噴流が排気口にショートパスしてしまう傾向があり、しかも、給排気の切換動作が短時間に反復する結果、炉内循環流の振動等が生じ、この影響により、燃料噴流の振動、或いは、燃料及び空気の混合気の振動が発生し易い傾向がある。このような流体振動は、燃焼雰囲気におけ

る燃料の濃淡、振動燃焼、更には、不安定な燃焼反応を生じさせる可能性があり、これを確実に回避し得る対策が望まれていた。これに対し、上記構成の燃焼装置によれば、燃料流体の運動量の増加により、燃料と燃焼用空気とを燃焼域において適正且つ確実に混合し、安定燃焼するので、上記燃料ショートパスや、混合気の振動等の発生を防止することができる。

図 1 8 は、本発明の第 2 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 1 8 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 1 8 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 1 8 に示す実施例は、上記第 1 実施例と実質的に同じ構造を有する流路切換装置 2 0、4 0、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を備え、流路切換装置 2 0、4 0 は、所定の時間間隔において第 1 位置 (図 1 8 A) 又は第 2 位置 (図 1 8 B) に交互に切換えられる。本例において、燃料混合装置 1 0 は、上記第 1 実施例の燃料混合装置 1 0 A、1 0 B を実質的に一体化した構造を有し、空気供給装置 3 0 は、上記第 1 実施例の空気供給装置 3 0 A、3 0 B を実質的に一体化した構造を有する。

燃料混合装置 1 0 は、一对の蓄熱体 1 4 A、1 4 B を備える。第 1 燃焼工程 (図 1 8 A) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、第 2 蓄熱体 1 4 B を介して炉外に導出され、排ガス循環ファン 3 により加圧された後、所望により、水蒸気供給路 S T の水蒸気を添加される。燃焼ガス (及び水蒸気) は、第 1 蓄熱体 1 4 A から混合域 1 5 に吐出し、燃料ノズル 1 1 が噴射する燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼室 1 内に流入する。第 2 燃焼工程 (図 1 8 B) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、第 1 蓄熱体 1 4 A を介して炉外に導出され、排ガス循環ファン 3 により加圧された後、所望により、水蒸気供給路 S T の水蒸気を添加される。燃焼ガス (及び水蒸気) は、第 2 蓄熱体 1 4 B から混合域 1 5 に吐出し、燃料ノズル 1 1 が噴射する燃料と混合し、燃料ガスとして燃焼室 1 内に流入する。流路切換装置 2 0 は、第 1 及び第 2 位置に交互に切換制御され、蓄熱体 1 4 A、1 4 B は、蓄熱作

用及び放熱作用を反復する。燃料供給管F 1の燃料供給制御弁V 1は、燃料ノズル1 1に対して常時燃料を供給する。燃料は、混合域1 5に常時吐出し、蓄熱体1 4 A又は蓄熱体1 4 Bの一方より吐出した高温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合ガス（燃料ガス）を連続生成する。

- 5 同様に、空気供給装置3 0も又、一对の蓄熱体3 4 A、3 4 Bと、蓄熱体3 4 A、3 4 Bの間に配置された燃料ノズル3 1とを備える。第1 燃焼工程（図1 8 A）において、燃焼室1の燃焼ガスは、第2 蓄熱体3 4 Bを介して炉外に導出され、排気流路E 2から系外に排気され、他方、燃焼用空気は、給気ファン2の給気押込み圧力下に第1 蓄熱体3 4 Aから燃焼室
- 10 1内に導入される。第2 燃焼工程（図1 8 B）において、燃焼室1の燃焼ガスは、第1 蓄熱体3 4 Aを介して炉外に導出され、排気流路E 2から系外に排気され、他方、燃焼用空気は、給気ファン2の給気押込み圧力下に第2 蓄熱体3 4 Bから燃焼室1内に導入される。流路切換装置4 0は、流路切換装置2 0と同時に第1 位置又は第2 位置に切換制御され、蓄熱体3
- 15 4 A、3 4 Bは、蓄熱作用及び放熱作用を反復する。燃料ノズル3 1は、燃料供給制御弁V 3を備えた燃料供給管F 3に接続される。燃料ノズル3 1は、燃焼装置の起動時の如く炉温が比較的低温の時期（冷間時）にのみ、燃料を燃料ノズル3 1に供給する。燃料ノズル3 1の先端に位置する燃料噴射口は、燃料を噴射し、比較的多量の酸素を含む燃焼用空気による燃料
- 20 の燃焼反応を燃焼域に生起する。燃料ノズル3 1は、炉温が所定温度に上昇した時期（熱間時）に燃料の噴射を停止する。

燃料混合装置1 0及び空気供給装置3 0は、所定の傾斜角度をなして燃焼室1の炉体Wに固定され、装置1 0、3 0の中心軸線は、燃焼室1の燃焼域において交差するように配向される。空気供給装置3 0から燃焼室1

25 内に流入した燃焼用空気は、燃料混合装置1 0から燃焼室1内に流入した混合ガス（燃料ガス）と混合し、燃焼反応する。

このような燃焼装置によれば、上記第1 実施例と同様、燃料、燃焼ガス（及び水蒸気）、そして、燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向

上し得るばかりでなく、燃料ノズル 1 1 の燃料噴射時期を切換制御することなく、燃料を燃料ノズル 1 1 から連続的に噴射することができる。なお、上記燃料ノズル 3 1 の燃料噴射を熱間時に継続しても良く、この場合、燃料ノズル 3 1 の燃料噴射量は、熱間時に制限される。

- 5 図 1 9 は、本発明の第 3 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 1 9 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 1 9 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 1 9 に示す実施例は、上記第 1 及び第 2 実施例と実質的に同じ構造を有する流路切換装置 2 0、4 0、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を
10 備え、流路切換装置 2 0、4 0 は、所定の時間間隔で第 1 位置 (図 1 9 A) 又は第 2 位置 (図 1 9 B) に交互に切換えられる。各燃料ノズル 1 1 は、流路切換装置 2 0、4 0 と同期制御され、交互に燃料を噴射する。

本例の燃料供給装置は、複合燃焼装置 5 0 A に組込まれた燃料混合装置 1 0 A と、複合燃焼装置 5 0 B に組込まれた燃料混合装置 1 0 B とを備え
15 る。このような燃料供給装置の構成は、図 6 に示す実施形態を更に具体化したものである。

複合装置 5 0 A を構成する燃料混合装置 1 0 A は、燃料ノズル 1 1、蓄熱体 1 4、ケーシング 1 7 及び燃焼ガス導入部 1 2 を備え、空気供給装置 3 0 A は、燃料混合装置 1 0 A の外側に配置された蓄熱体 3 4、ケーシング 3 7 及び燃焼用空気導入部 3 2 を備える。燃焼ガスポート 1 8 は、排ガス循環路 R 1 に接続され、燃焼用空気ポート 3 8 は、給排流路 L 1 に接続
20 される。また、燃料ノズル 1 1 は、燃料供給制御弁 V 1 を備えた燃料供給管 F 1 に接続される。

複合装置 5 0 B は、複合装置 5 0 A の燃料混合装置 1 0 A 及び空気供給装置 3 0 A と実質的に同一の構成を有する燃料混合装置 1 0 B 及び空気供給装置 3 0 B からなり、複合装置 5 0 B の各部構成は、複合装置 5 0 A と対称に構成される。複合装置 5 0 B の燃焼ガスポート 1 8 は、排ガス循環路 R 2 に接続され、燃焼用空気ポート 3 8 は、給排流路 L 2 に接続される。

また、燃料混合装置 10 B の燃料ノズル 11 は、燃料供給制御弁 V2 を備えた燃料供給管 F2 に接続される。

第 1 燃焼工程（図 19 A）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、複合装置 50 B の蓄熱体 14、34 を介して排ガス循環路 R2 及び給排流路 L2 に導出される。循環路 R2 の燃焼ガスは、流路切換装置 20 を介して排ガス循環ファン 3 に誘引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され且つ所望により水蒸気を注入された後、複合装置 50 B の蓄熱体 14 から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃焼室 1 内に流入する。他方、給排流路 L2 の燃焼ガスは、流路切換装置 40 及び排
5 気流路 E2 を介して系外に排気される。また、燃焼用空気は、複合装置 50 A の蓄熱体 34 を流通して複合装置 50 A の吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。
10

第 2 燃焼工程（図 19 B）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、複合装置 50 A の蓄熱体 14、34 を介して排ガス循環路 R1 及び給排流路 L1 に導出される。循環路 R1 の燃焼ガスは、流路切換装置 20 を介して排ガス循環ファン 3 に誘引される。燃焼ガスは、循環ファン 3 により加圧され且つ所望により水蒸気を注入された後、複合装置 50 B の蓄熱体 14 から混合域 15 に吐出し、燃料ノズル 11 が噴射する燃料と混合し、燃焼室 1 内に流入する。他方、給排流路 L1 の燃焼ガスは、流路切換装置 40 及び排
15 気流路 E2 を介して系外に排気される。また、燃焼用空気は、複合装置 50 B の蓄熱体 34 を流通して複合装置 50 B の吐出口 35 から燃焼室 1 に流入する。
20

流路切換装置 20、40 は、60 秒以下に設定された所定の時間間隔において第 1 位置又は第 2 位置に同期切換制御され、蓄熱体 14、34 は、蓄熱作用及び放熱作用を反復する。複合装置 50 A、50 B から吐出した
25 燃料ガス流及び燃焼用空気流は、燃焼室 1 内の燃焼域において混合し、燃焼反応する。

このような実施例によれば、燃料ノズル 11 の燃料流体は、蓄熱体 14

から流出する高温燃焼ガス流の中心部に噴射され、燃焼ガス流の中心部から燃焼ガスと混合する。燃焼用空気流は、燃焼ガス流を囲むように蓄熱体 3 4 から流出し、燃焼ガス流の外縁領域から燃焼ガス及び燃料の混合ガス（燃料ガス）と反応する。従って、燃焼ガス（及び水蒸気）流は、燃料噴射流と燃焼用空気流とを確実に隔絶する環状の干渉帯を形成し、燃料流体は、燃焼用空気と直に反応することなく、燃焼ガス（及び水蒸気）と混合した後に燃焼用空気と反応する。

図 2 0 は、本発明の第 4 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 2 0（A）は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 0（B）は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 2 0 に示す実施例は、図 1（C）及び図 8 に示す実施形態を更に具体化した構成のものであり、燃料ノズル 1 1 は、燃焼ガス導入部 1 2 に配置され、燃焼ガス導入部 1 2 は、混合域 1 5 として機能する。即ち、第 1 燃焼工程（図 2 0 A）において、燃料混合装置 1 0 A の燃料ノズル 1 1 が噴射した燃料は、燃焼ガス導入部 1 2 内の混合域 1 5 において低温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 により加熱される。他方、第 2 燃焼工程（図 2 0 B）において、燃料混合装置 1 0 B の燃料ノズル 1 1 が噴射した燃料は、燃焼ガス導入部 1 2 内の混合域 1 5 において低温の燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通し、高温の蓄熱体 1 4 により加熱される。本例において、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の燃料ガス噴射口 1 6 及び燃焼用空気吐出口 3 5 は、縮径部を備えず、噴射口 1 6 及び吐出口 3 5 は、比較的大きな流路面積を有する。噴射口 1 6 及び吐出口 3 5 から噴射した高温の混合ガス及び燃焼用空気は、燃焼室 1 内の燃焼域において混合し、燃焼反応する。その他の構成及び作動形態は、図 1 7 に示す第 1 実施例と実質的に同一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

本実施例によれば、混合ガスは、燃料混合装置 1 0 A、1 0 B の蓄熱体

1 4 を流通する間に受熱し、高温に加熱された後、燃焼室 1 内の燃焼域において高温の燃焼用空気と混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気の広範な燃焼火炎を燃焼室 1 内に生成する。

図 2 1 は、本発明の第 5 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 2 1 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 1 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 2 1 は、図 2 及び図 1 0 に示す実施形態を更に具体化した構成のものであり、空気供給装置 3 0 A、3 0 B の燃焼用空気導入部 3 2 は、燃焼ガス導入ポート 6 0 を介して、排ガス循環路 R 1、R 2 の分岐路 R 5、R 6 と連通する。ポート 6 0 を介して導入部 3 2 に導入された燃焼ガス（及び水蒸気）は、燃焼用空気と混合し、燃焼用空気及び燃焼ガスの混合流体は、蓄熱体 3 4 により上記超高温域に予熱された後、吐出口 3 5 から炉内に流入する。このような構成によれば、燃料と同様に、燃焼用空気も又、炉内導入前に燃焼ガス（及び水蒸気）と混合し、燃焼用空気の燃焼反応性は、低下する。燃焼ガス及び燃焼用空気の混合気は、炉内に導入され、同様に燃焼ガス（及び水蒸気）により希釈した燃料ガス流と炉内燃焼域で衝突混合し、低酸素濃度の緩慢な燃焼反応を燃焼域に生じさせる。なお、図 2 1 に示す燃焼装置の基本構成及び作動は、図 1 7 に示す実施例と実質的に同一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

図 2 2 は、本発明の第 6 実施例に係る燃料供給装置を備えた燃焼装置の断面図である。図 2 2 (A) 及び図 2 2 (B) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程及び第 2 燃焼工程を夫々示す。

図 2 2 は、図 3 及び図 1 1 に示す実施形態を更に具体化した構成のものであり、排气流路 E G が循環ファン 3 の吐出口に接続され、水蒸気発生装置 8 の水蒸気供給路 S T 1 が、流路切換装置 2 0 のバイパスポート 2 4 に接続される。水蒸気発生装置 8 は又、水蒸気供給路 S T 2 を介して外気吸入路 O A に供給される。水蒸気発生装置 8 の水蒸気は、水蒸気供給路 S T 1 : S T 2 を介して流路切換装置 2 0 及び外気吸入路 O A に供給され、蓄

熱体 1 4、3 4 と伝熱接触し、7 0 0℃以上の高温に加熱される。混合域 1 5 に吐出した高温水蒸気は、燃料ノズル 1 1 の炭化水素系燃料と混合し、燃料は、炭化水素の水蒸気改質反応により、比較的多量の炭化水素ラジカル、水素、炭素又は一酸化炭素等を含む良質の燃料に改質される。このような構成によれば、重質油等の比較的重質又は低質、或いは、低品位の炭化水素系燃料を軽質又は良質、或いは、高品位の燃料に改質することができる。改質後の燃料を含む燃料ガスは、燃焼用空気吐出口 3 5 から炉内に流出した高温空気及び高温水蒸気と更に混合し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気の広範な燃焼火炎を燃焼室 1 内に生成する。

図 2 3 は、本発明に係る燃焼装置を備えた加熱装置の実施例を示す概略平面図である。図 2 3 (A) 図は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 3 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

加熱装置は、水蒸気改質炉等の管式加熱炉として構成され、被加熱流体が流通可能な多数の被加熱管 5 が、加熱装置の燃焼室 1 内に比較的過密に配列される。被加熱管 5 は、加熱装置の受熱セグメントを構成する。燃焼装置は、図 1 6 に示す燃焼装置と実質的に同一の構成を有する燃料混合装置 1 0 A、1 0 B、空気供給装置 3 0 A、3 0 B、流路切換装置 2 0、4 0、給気ファン 2 及び排ガス循環ファン 3 を備え、流路切換装置 2 0、4 0 は、第 1 位置 (図 2 3 A) 及び第 2 位置 (図 2 3 B) に交互に切換えられる。

加熱装置は又、炉温が比較的低い冷間時、例えば、加熱装置の起動時等に燃焼作動する補助燃焼装置 (図示せず) を備え、補助燃焼装置の作動は、炉温が上昇した熱間時期に停止する。燃料混合装置 1 0 A、1 0 B は、補助燃焼装置の燃焼作動により炉温が上昇した熱間時に作動する。第 1 燃焼工程 (図 1 4 A) において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 1 0 B 及び空気供給装置 3 0 B の蓄熱体 1 4、3 4 を介して炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスは、排气流路 E 2 に送出され、所定流量の燃焼ガスは、水蒸気を添加された後、燃料混合装置 1 0 A の蓄熱体 1 4 を流通して同混

合域 1 5 に流入し、燃料と混合した後、燃料ガスとして燃焼室 1 内に導入される。空気供給装置 3 0 A は、蓄熱体 3 4 により予熱した上記超高温域の燃焼用空気を燃焼室 1 内に導入する。第 2 燃焼工程（図 1 4 B）において、燃焼室 1 の燃焼ガスは、燃料混合装置 1 0 A 及び空気供給装置 3 0 A の蓄熱体 1 4、3 4 を介して炉外に導出される。所定流量の燃焼ガスは、排気流路 E 2 に送出され、所定流量の燃焼ガスは、水蒸気を添加された後、燃料混合装置 1 0 B の蓄熱体 1 4 を流通して同混合域 1 5 に流入し、燃料と混合した後、燃料ガスとして燃焼室 1 内に導入される。空気供給装置 3 0 B は、蓄熱体 3 4 により予熱した上記超高温域の燃焼用空気を燃焼室 1 内に導入する。

燃料混合装置 1 0 A 及び空気供給装置 3 0 A は、被加熱管 5 を配列した炉内中央領域に向かって配向されており、低酸素濃度且つ高温の高速燃料ガス流は、被加熱管 5 が密集した炉内中央領域において高温且つ高速の燃焼用空気流と交差混合衝突し、燃焼反応する。このような加熱法は、火炎自体の輻射伝熱効果及び対流伝熱効果により管の全周を均等に加熱することを意図したものであり、これは、管式加熱炉における従来の加熱法、即ち、管の全周を均等に加熱するために、火炎からのガス放射伝熱及び炉壁からの固体放射伝熱に依存して管の両面を加熱せざるを得ない従来の加熱法とは本質的に相違する。

本例において、燃料混合装置 1 0 が噴射した多量且つ希薄な燃料ガス流は、炉内中央領域において高温の燃焼用空気と交差衝突し、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気中の緩慢燃焼火炎を炉内中央領域に生成する。燃焼ガスを多量に含む燃料ガスは、低酸素濃度の燃焼雰囲気を形成し、燃料成分の燃焼反応を抑制する一方、高温の燃焼用空気は、燃料成分の自己着火を促すとともに、低酸素濃度の燃焼雰囲気における燃料成分の燃焼反応を可能にする。この結果、燃料ガスは、燃焼用空気と混合した直後に燃焼し尽くすことなく、燃料ガス中の燃料成分は、高温且つ低酸素濃度の燃焼雰囲気下に緩慢に拡散燃焼する。このような燃焼反応の下では、火炎は安定し、

火炎の局所発熱は、発生し難い。

このような加熱法によれば、被加熱管 5 の局所過熱を防止すべく被加熱管から火炎を離間させていた従来の加熱法と異なり、被加熱管 5 の局所過熱を生じさせることなく、被加熱管の近傍又は直近に火炎を生成し、被加熱管 5 の全周を実質的に均一に加熱することができる。

しかも、上記加熱装置の構成によれば、高速の燃料ガス流及び燃焼用空気流は、被加熱管 5 が密集した炉内中央領域において交差衝突し、炉内ガスを誘引し、炉内ガスの対流を活性化するとともに、継続的且つ不規則な火炎の挙動を被加熱管 5 の近傍に常時生じさせる。この結果、比較的高密度に配置された被加熱管 5 は、低酸素濃度且つ高温の燃焼雰囲気下に生じる火炎容積の増大、火炎温度の均一化等と相まって、火炎の流動及び炉内ガス対流の活性化等の作用を受け、全周に亘って均等に受熱する。更に、第 1 燃焼工程及び第 2 燃焼工程の切換えが短時間に反復実施される結果、火炎の位置及び特性は、燃焼工程の切換制御によっても短時間に変動する。即ち、燃焼域全体の温度場及び加熱作用は、かかる燃焼工程の切換え動作によっても均等化する。

このような火炎自体の制御による輻射伝熱効果及び対流伝熱効果の均等化により、被加熱管 5 の配管密度を増大することが可能となり、これは、従来形式の加熱炉の小型化を可能にするばかりでなく、新規な構造の加熱炉の設計等を可能にするので、実務的に極めて有利である。

図 2 4 及び図 2 5 は、図 1 4 に示す加熱装置の変形例を示す加熱装置の概略平面図である。加熱装置の冷間時の運転形態が、図 2 4 に示されており、加熱装置の熱間時の運転形態が図 2 5 に示されている。また、各図において、(A) 図は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、(B) 図は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

加熱装置は、水蒸気改質炉等の管式加熱炉として構成され、被加熱流体を流通可能な多数の被加熱管 5 が、加熱装置の燃焼室 1 内に比較的過密に配列される。図 2 4 及び図 2 5 に示す燃焼装置は、図 2 3 に示す燃焼装置

と類似した構成を有する。しかしながら、空気加熱装置 30 A、30 Bは、冷間時に燃料を吹込む燃料ノズル 31 を備え、冷間時に燃焼作動する。図 24 に示す冷間時の作動モードにおいて、空気供給装置 30 A、30 Bは、空気加熱装置 10 A から燃料及び燃焼用空気を吹込み且つ空気加熱装置 30 B から燃焼排ガスを排気する第 1 燃焼工程（図 24 A）と、空気加熱装置 30 B から燃料及び燃焼用空気を吹込み且つ空気加熱装置 30 A から燃焼排ガスを排気する第 2 燃焼工程（図 24 B）とを所定の時間間隔で交互に実行する。燃料混合装置 10 A、10 B は、空気加熱装置 30 A、30 B と連動して燃焼ガスの導出及び導入を反復するが、燃料ノズル 11 は、燃料を吐出せず、従って、燃料混合装置 10 A、10 B は、一般的な排ガス再循環装置として機能するにすぎない。

これに対し、図 25 に示す熱間時の作動モードにおいて、燃料ノズル 31 は、燃料噴射を停止し、空気加熱装置 10 A、10 B は、高温空気を炉内に導入し且つ炉内燃焼ガスの一部を炉外に排気する燃焼空気導入・導出手段としてのみ機能し、他方、燃料混合装置 10 A、10 B は、燃料混合装置 10 A から燃料、燃焼ガス及び水蒸気の混合気（燃料ガス）を吹込み且つ燃料混合装置 10 B から燃焼ガスを導出する第 1 燃焼工程（図 25 A）と、燃料混合装置 10 B から燃料、燃焼ガス及び水蒸気の混合気（燃料ガス）を吹込み且つ燃料混合装置 10 A から燃焼ガスを導出する第 2 燃焼工程（図 25 B）とを所定の時間間隔で交互に実行する。即ち、炉温の上昇に伴って炉内に生成した高温の燃焼ガスは、炉外に導出された後、水蒸気及び燃料と混合し、高温の燃料ガスとして炉内に再導入され、高温の燃焼用空気と混合し、燃焼室 1 内で燃焼する。

各燃焼工程において、空気加熱装置 10 及び燃料混合装置 10 は、燃焼用空気及び燃料ガスを直交方向に炉内に導入し、燃焼用空気及び燃料ガスは、相互誘引作用により主に炉内中央領域で混合し、上記の如く、高温且つ低酸素濃度の燃焼雰囲気中の火炎を被加熱管 5 近傍に生成する。

図 26 は、本発明に係る燃焼装置の構成を連続焼成型加熱炉に配設した

実施例を示す加熱装置の概略縦断面図である。図 2 6 (A) は、燃焼装置の第 1 燃焼工程を示し、図 2 6 (B) は、燃焼装置の第 2 燃焼工程を示す。

図 2 6 に示す加熱装置は、鉄鋼素材又は陶磁器素材等のワークを還元燃焼雰囲気により連続焼成する鉄鋼加熱炉又は窯業焼成炉等の還元燃焼ゾーンを構成する。燃料混合装置 1 0 A、1 0 B 及び空気供給装置 3 0 A、3 0 B は、加熱炉の炉体 W に配設され、搬送装置 7 上を連続搬送されるワーク 6 に作用する火炎を炉内に形成する。上述の実施例と同様に第 1 及び第 2 燃焼工程が所定の時間間隔で交互に実行され、燃焼混合装置 1 0 A、1 0 B 及び空気供給装置 3 0 A、3 0 B から流出する燃料ガス及び高温燃焼用空気は、ワーク 6 の近傍に火炎を形成する。

燃料混合装置 1 0 A、1 0 B から炉内に吐出した燃料ガスは、ワーク 6 の表面に沿って流動する下層流を形成し、空気供給装置 3 0 A、3 0 B から吐出した高温燃焼空気は、燃料ガス流の上側を流動する上層流を形成する。低酸素濃度の燃料ガス流は、ワーク 6 の上面近傍に還元燃焼雰囲気を形成し、燃料ガス及び高温燃焼空気が生成する火炎は、還元炎としてワーク 6 の表面に作用する。

このような構成によれば、炉内の中央領域に位置するワーク 6 に対して、平面状の火炎を形成することができるばかりでなく、被加熱物の酸化を防ぐために、燃料噴流による還元焼成雰囲気を被加熱物の周囲に形成し、これにより、酸化作用を抑制した被加熱物の加熱を行うことができる。例えば、本例の燃焼装置によれば、還元炎燃焼雰囲気により素材の焼鈍又は還元炎焼成を行う金属加熱炉又は窯業焼成炉等において、素材の近傍に流動する低酸素濃度の平面的な燃料ガス流を形成し、これにより、素材近傍に還元炎焼成雰囲気を形成することができる。

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能であり、該変形例又は変更例も又、本発明の範囲内に含まれるものであることは、いうまでもない。

例えば、上記各実施例では、4方弁構造の切換弁を流路切換装置として使用しているが、複数の開閉弁を組合せた構成の流路切換装置を使用しても良い。

5 また、燃料混合装置及び空気加熱装置の構造は、上記実施例の構造に限定されるものではなく、例えば、多数の蓄熱体を内蔵した形式の蓄熱型熱交換器を燃料混合装置及び空気加熱装置として使用しても良い。

更には、上記加熱装置の構成において、燃料混合装置及び空気加熱装置を互いに対向する位置に配置し、燃料ガス流及び燃焼用空気流を対向流として炉内に導入しても良い。

10 また、上記水蒸気供給手段として、工場又は製造プラント内のプロセス蒸気供給系などを使用しても良い。

産業上の利用可能性

15 以上説明した如く、本発明の上記構成によれば、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を向上することができる燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することができる。

また、本発明の燃料供給装置及び燃料供給方法によれば、炉内燃焼ガス再循環流の制御に依存することなく、燃焼ガスと燃料とを任意に混合することができる。

20 更に、本発明の燃料供給装置及び燃料供給方法によれば、新規な燃焼特性を有する燃料ガスを生成する燃料供給装置及び燃料供給方法を提供することができる。

25 他の観点より、本発明によれば、燃焼域に流入する燃料流の制御性を向上し、燃料流の制御による火炎特性の制御を可能にする燃焼装置及び燃焼方法、更には、被加熱物に作用する火炎の特性を制御することができる加熱装置及び加熱方法を提供することができる。

請求の範囲

1. 燃焼用燃料を供給する燃料供給手段と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えた燃料供給装置において、

5 炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気と、前記燃料供給手段の燃料とを混合する混合装置と、

前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合せしめる燃料ガス導入装置とを備えることを特徴とする燃料供給装置。

10 2. 前記混合装置は、前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とを混合する混合域を有し、

前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とは、前記混合域に導入され、前記燃焼域に導入可能な燃料ガスを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料供給装置。

15 3. 前記燃焼ガスを冷却する燃焼ガス冷却装置と、該燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を加熱する加熱装置とを有し、前記混合域は、前記加熱装置と前記燃焼域との間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。

4. 前記燃焼ガスを冷却する燃焼ガス冷却装置と、該燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を加熱する加熱装置とを有し、前記混合域は、前記冷却装置と前記加熱装置との間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。

25 5. 燃焼域に生成した燃焼ガスを燃焼域から炉外に導出する燃焼ガス導出装置を介して前記燃焼ガスを前記燃焼域から誘引し、該燃焼ガスに水蒸気を添加して前記混合装置に圧送する強制循環装置を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。

6. 前記冷却装置及び加熱装置は、高温の前記燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱し且つ冷却後の前記燃焼ガス及び／又は前記水蒸気に伝熱接触して放熱す

る蓄熱体を備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の燃料供給装置。

7. 前記燃料供給手段は、前記燃料を前記混合装置に連続的に供給することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。

8. 複数の前記混合装置を有し、該混合装置に対する前記燃焼ガス及び／又は水蒸気の流路を切換える流路切換装置を有し、前記燃料供給手段は、前記流路切換装置と同期して燃料の供給路を切換える燃料制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置。

9. 前記水蒸気供給手段の水蒸気を 700℃以上の温度に加熱して前記混合装置に供給する水蒸気加熱手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料供給装置。

10. 燃料ガス導入装置は、前記燃焼域に開口する燃料ガス噴射口を有し、前記混合域は、前記燃料ガス噴射口の内部に配置され、前記燃焼域と連通することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料供給装置。

11. 請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の燃料供給装置と、燃焼用空気を燃焼域に供給する燃焼用空気供給手段とを備えたことを特徴とする燃焼装置。

12. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気を部分的に前記燃焼用空気供給手段に供給し、該燃焼ガス及び／又は水蒸気を前記燃焼用空気と混合する混合手段を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の燃焼装置。

13. 前記燃焼用空気供給手段は、前記燃焼域の燃焼ガスを排気する燃焼ガス排気手段と、前記燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱し且つ前記燃焼用空気に伝熱接触して放熱する蓄熱体とを備え、前記燃焼用空気は、前記蓄熱体により 700℃以上の高温に予熱されることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の燃焼装置。

14. 燃焼用燃料及び燃焼用空気を燃焼域に供給する燃料供給方法において、炉外に導出した燃焼ガス及び／又は水蒸気供給手段の水蒸気を混合域に供給し、

前記燃焼用燃料を前記混合域に供給して、前記燃焼ガス及び／又は水蒸

気と前記燃料との混合流体を生成し、

前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃料供給方法。

5 15. 炉外に導出した高温の燃焼ガス及び／又は水蒸気加熱手段で700℃以上に加熱した高温の水蒸気を前記混合域に導入して前記燃料と混合することを特徴とする請求項14に記載の燃料供給方法。

16. 前記燃焼ガス及び／又は前記水蒸気を700℃以上の高温に加熱した後、前記燃料を前記燃焼ガス及び／又は水蒸気に混合することを特徴とする請求項14に記載の燃料供給方法。

17. 前記燃料を前記燃焼ガス及び／又は水蒸気に混合した後、前記混合流体を700℃以上の高温に加熱することを特徴とする請求項14に記載の燃料供給方法。

18. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気の一部を前記燃焼用空気と混合し、酸素濃度が低下した前記燃焼用空気に対して前記燃料ガスを混合することを特徴とする請求項14乃至17のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

19. 前記水蒸気を前記燃焼ガスに添加して該燃焼ガスの水蒸気含有量を調節することを特徴とする請求項14乃至18のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

20 20. 前記燃焼ガス、前記水蒸気又は前記混合流体は、燃焼ガスの冷却時に該燃焼ガスが放熱した顕熱を受熱し、再熱又は加熱されることを特徴とする請求項15乃至17のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

21. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合域は、前記燃焼域と連続し、前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料とは、前記混合域に夫々噴射し、該混合域の混合流体は、前記燃料ガスとして前記燃焼域に導入されることを特徴とする請求項14乃至20のいずれか1項に記載の燃料供給方法。

22. 前記燃焼域に導入される燃料ガスは、700℃以上の温度を有するこ

とを特徴とする請求項 14 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。

23. 前記燃焼域に導入された燃料ガスは、700℃以上の温度に予熱された前記燃焼用空気と混合することを特徴とする請求項 14 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。

5 24. 前記燃焼ガスは、10%以下の酸素濃度を有することを特徴とする請求項 14 乃至 23 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。

25. 前記燃焼ガス及び／又は水蒸気と、前記燃料との混合比は、1:1～20:1の範囲に設定されることを特徴とする請求項 14 乃至 24 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。

10 26. 前記燃料ガス及び／又は水蒸気と、前記燃焼用空気との混合比は、1:10～20:10の範囲に設定されることを特徴とする請求項 14 乃至 25 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法。

27. 前記燃焼域に流入する前記燃料ガスの流速は、10m/s～150m/sの範囲に設定されることを特徴とする請求項 14 乃至 26 のいずれか

15 1 項に記載の燃料供給方法。

28. 請求項 14 乃至 27 のいずれか 1 項に記載の燃料供給方法を使用して、前記混合流体を燃料ガスとして前記燃焼域に導入し、該燃料ガスを前記燃焼用空気と混合して前記燃料ガスの燃焼反応を前記燃焼域に生じさせることを特徴とする燃焼方法。

20 29. 請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の燃焼装置を備えたことを特徴とする加熱装置。

30. 前記燃焼用空気及び燃料を冷間時に前記燃焼域に導入する補助燃焼装置を備えることを特徴とする請求項 29 に記載の加熱装置。

31. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と平行に前
25 記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 29 又は 30 に記載の加熱装置。

32. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と交差する方向に前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 29 又は 30 に記載

の加熱装置。

33. 前記燃料ガス導入装置は、燃料ガス流を前記燃焼用空気流と対向する方向に前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 29 又は 30 に記載の加熱装置。

5 34. 管式加熱炉、金属加熱炉、窯業焼成炉、金属熔融炉、ガス化熔融炉、ボイラー又はラジアントチューブのいずれかを構成することを特徴とする請求項 29 乃至 33 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

35. 請求項 28 に記載の燃焼方法により生成した火炎により被加熱物を加熱することを特徴とする加熱方法。

10 36. 前記被加熱物は、複数の受熱セグメントからなり、該セグメントの間に火炎を生成することを特徴とする請求項 35 に記載の加熱方法。

37. 前記燃料ガスを実質的に一定の位置から前記燃焼域に導入するとともに、前記燃焼用空気を実質的に一定の位置から前記燃焼域に導入することを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の加熱方法。

15 38. 前記燃料ガスを前記燃焼域に導入する位置および前記燃焼用空気を前記燃焼域に導入する位置を所定時間毎に変位させることを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の加熱方法。

39. 冷間時に前記燃料を前記燃焼用空気に混合し、前記燃料及び前記燃焼用空気の燃焼発熱反応により燃焼域の温度を上昇させることを特徴とする

20 請求項 35 乃至 38 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

40. 前記燃料ガス及び燃焼用空気による火炎が被加熱物に直に接することを特徴とする請求項 35 乃至 39 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

41. 前記被加熱物の表面に沿って流動する前記燃料ガスのガス流を形成し、低酸素濃度の還元燃焼雰囲気を前記被加熱物の近傍に形成すること

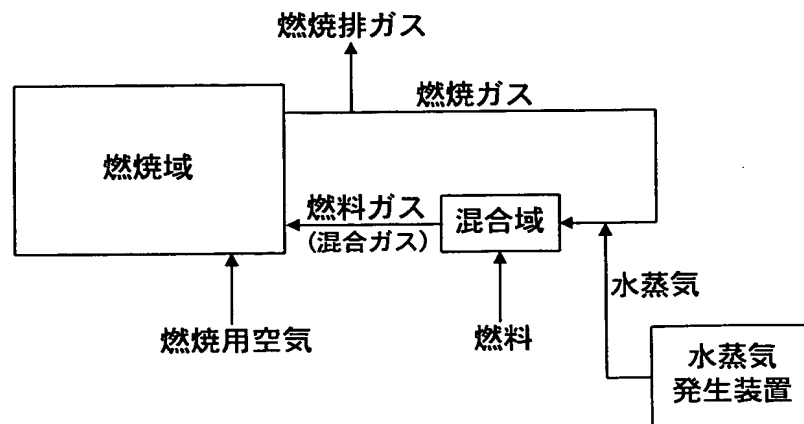
25 を特徴とする請求項 35 乃至 40 のいずれか 1 項に記載の加熱方法。

要 約 書

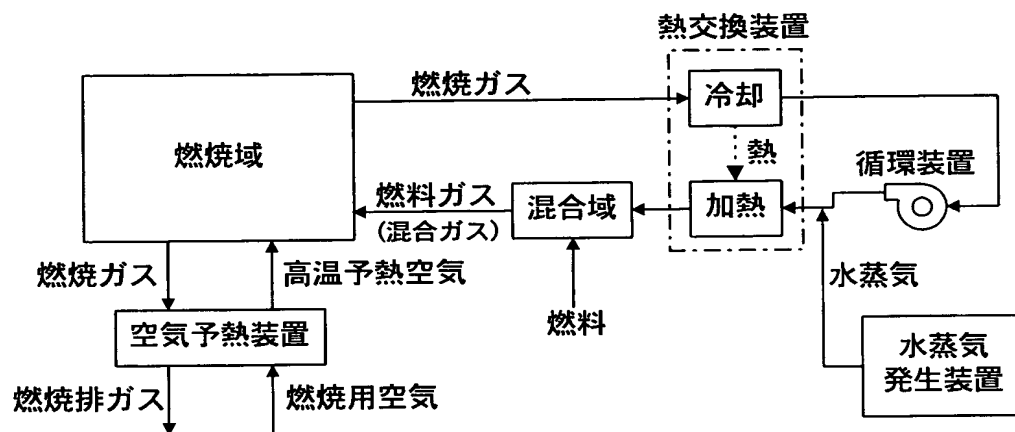
本発明は、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性を改善し得る燃料供給装置及び燃料供給方法を提供するとともに、新規な燃焼特性を発揮し得る燃焼装置及び燃焼方法を提供する。燃焼装置の燃料供給装置は、燃料供給手段、燃焼ガス導出装置、水蒸気供給装置、混合装置及び燃料ガス導入装置を備える。燃焼ガス導出装置は、燃焼域に生成した燃焼ガスを燃焼域から炉外に導出する。混合装置は、炉外に導出した燃焼ガスおよび水蒸気供給装置の水蒸気の少なくとも一方と、燃料供給手段の燃料とを混合する。燃料ガス導入装置は、燃焼ガス、水蒸気及び燃料の混合流体を燃料ガスとして燃焼域に導入し、燃料ガス流を燃焼用空気と混合させる。燃焼ガスを炉外に導出した後に燃料と混合する工程と、燃料ガス流を燃焼用空気と更に混合する工程とが、段階的に実行され、燃料及び燃焼用空気の混合過程及び混合比の制御性が向上する。しかも、このような燃料ガス流の制御により、火炎特性を制御し、新規な特性を有する火炎を燃焼域に形成することが可能となる。

FIG.1

(A)



(B)



(C)

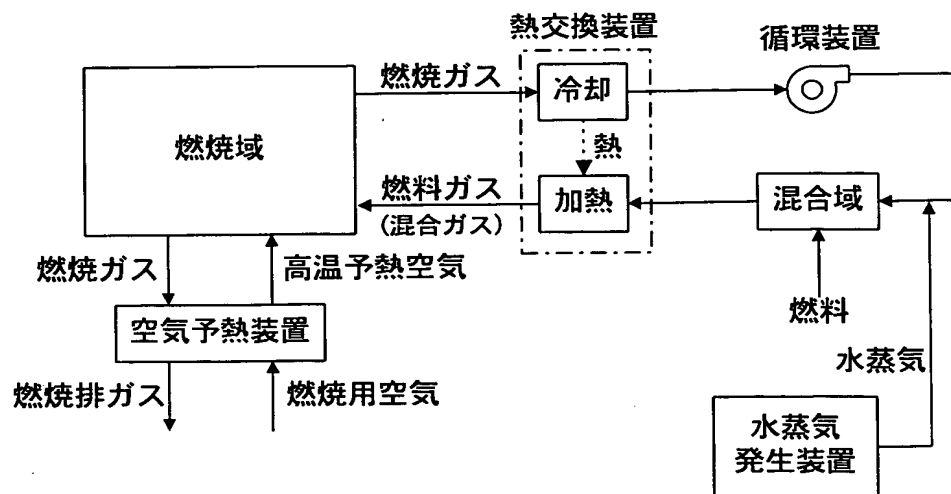
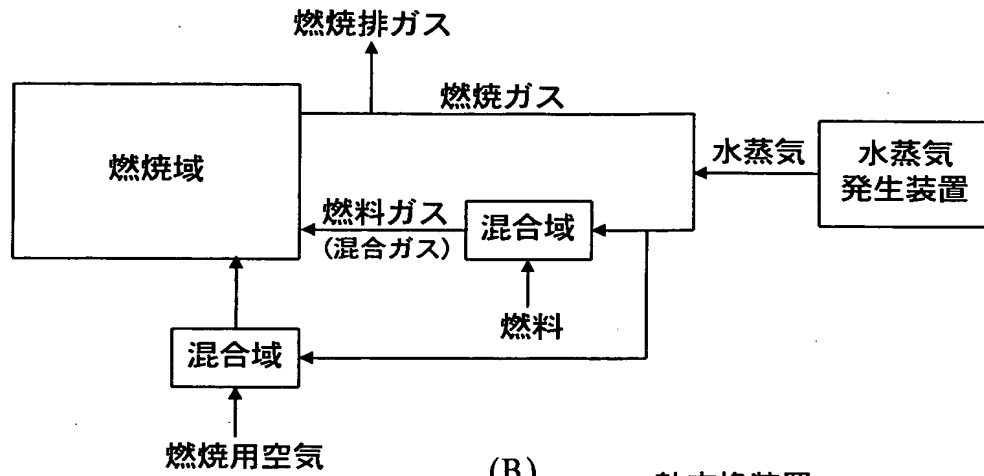
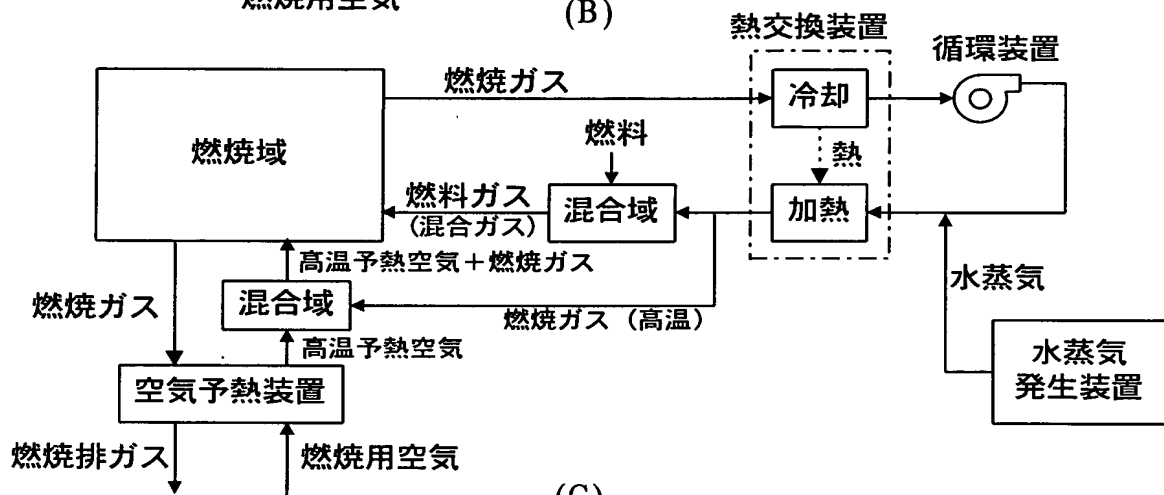


FIG.2

(A)



(B)



(C)

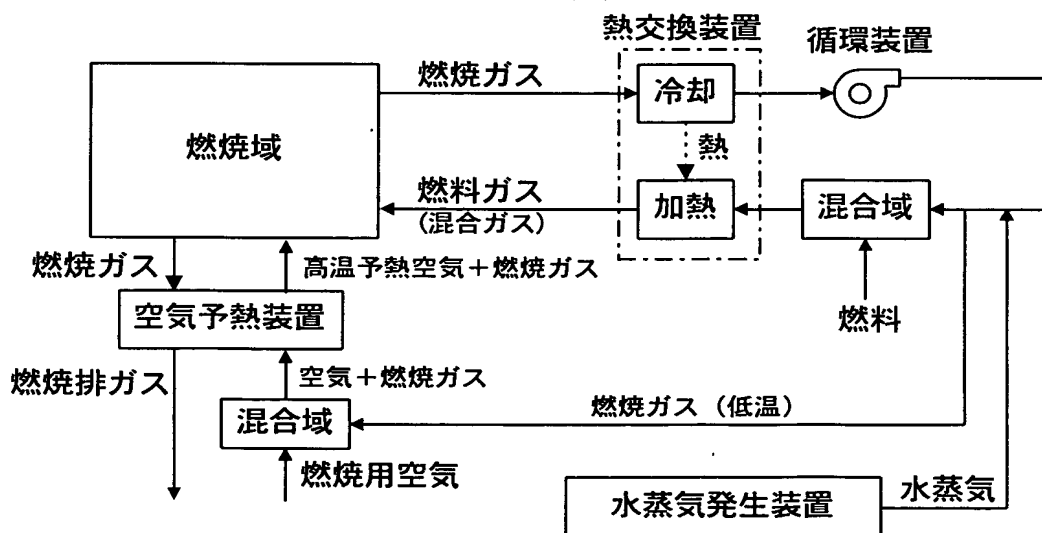
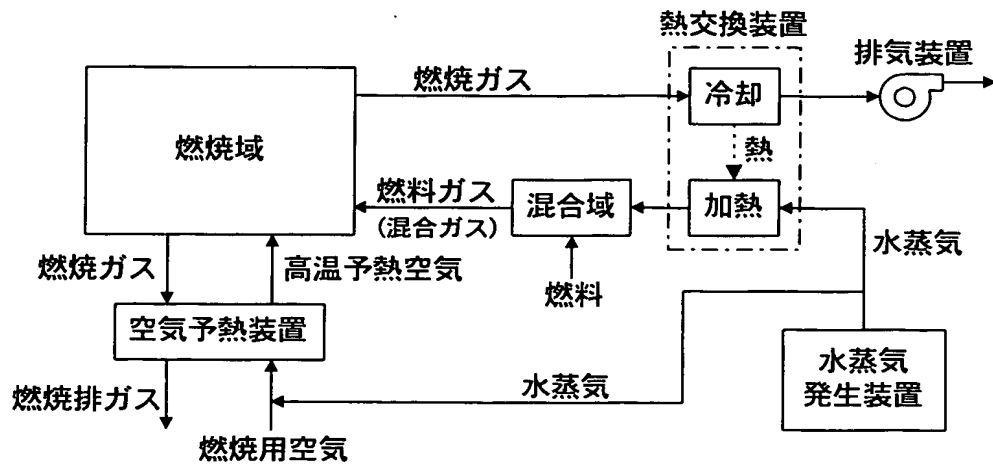
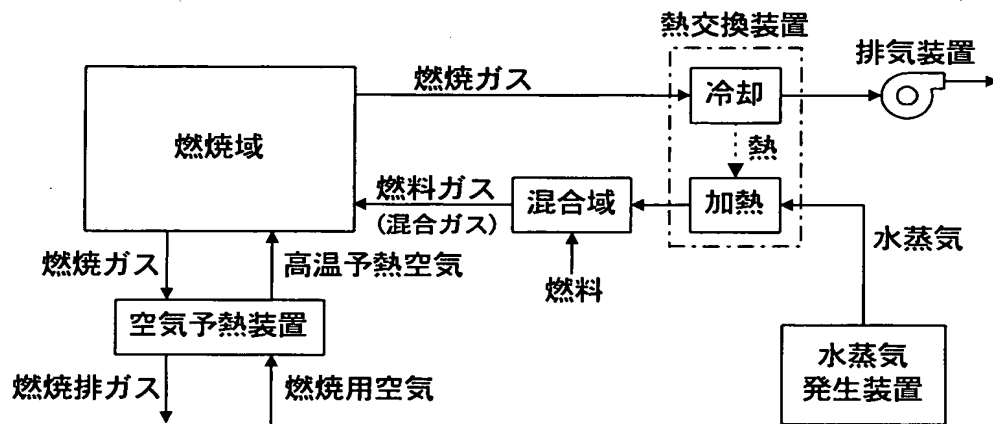


FIG.3

(A)



(B)



(C)

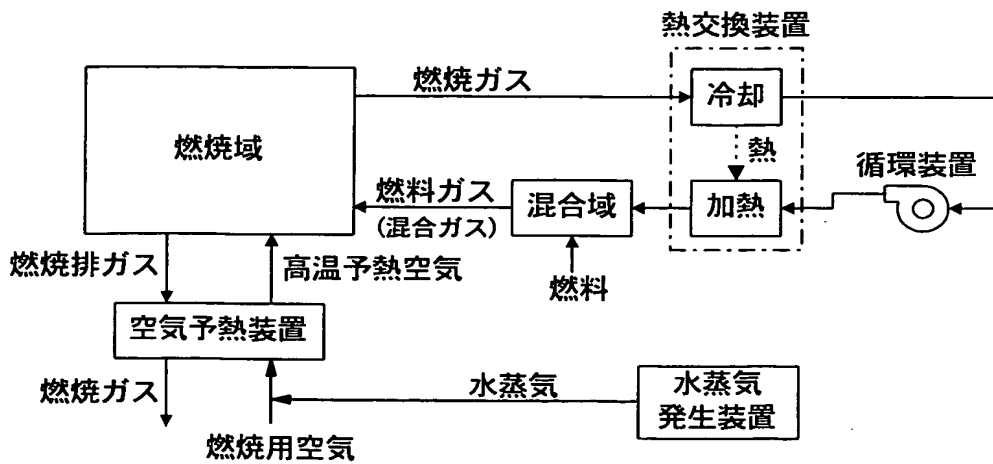


FIG.4

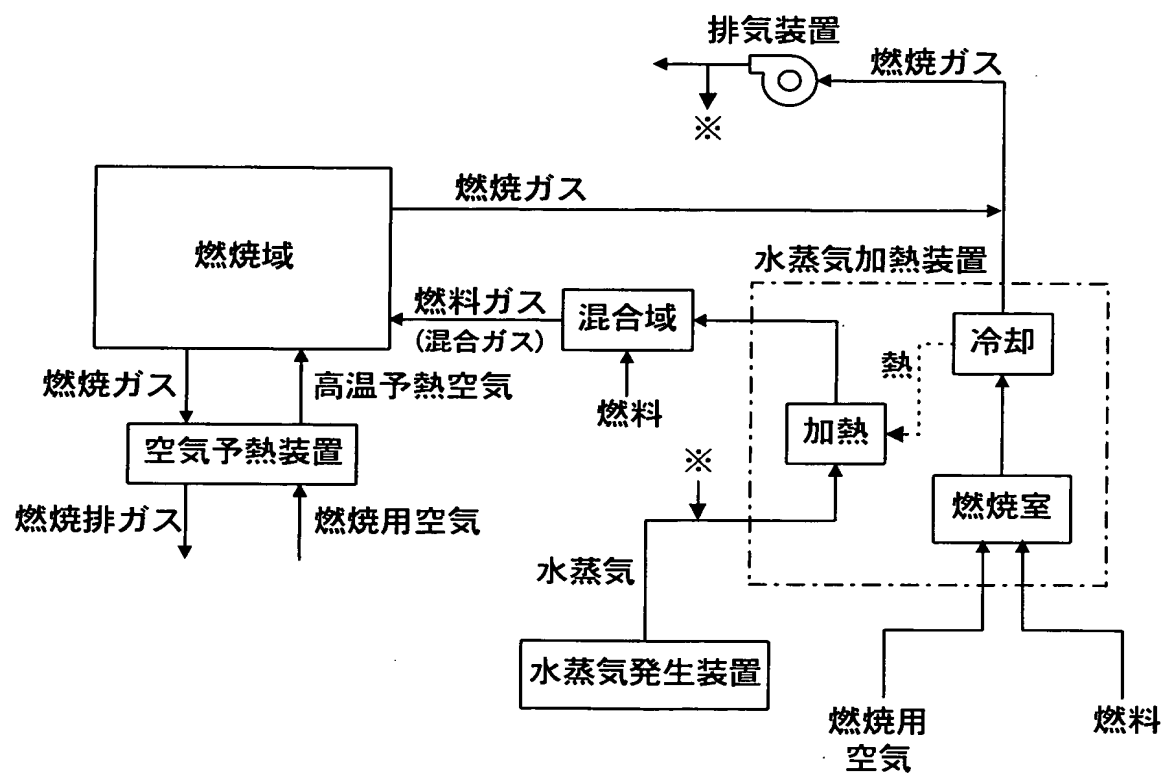
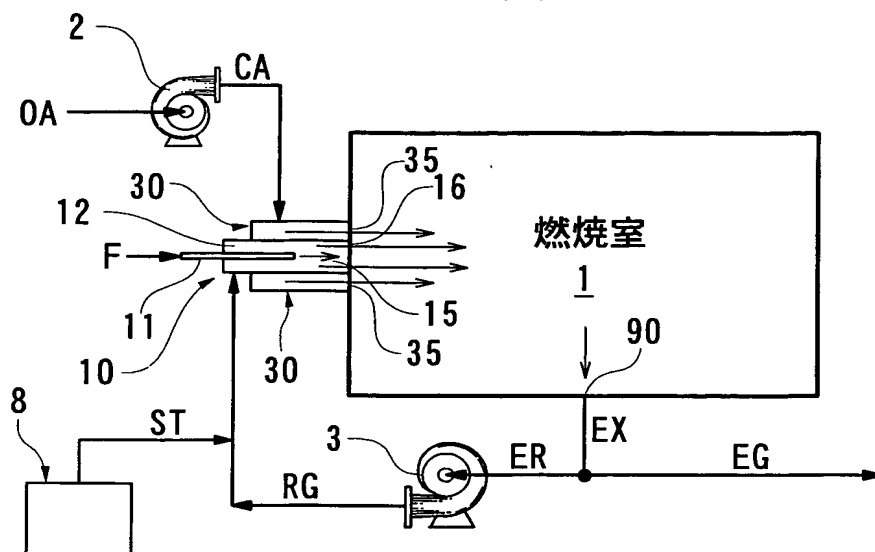
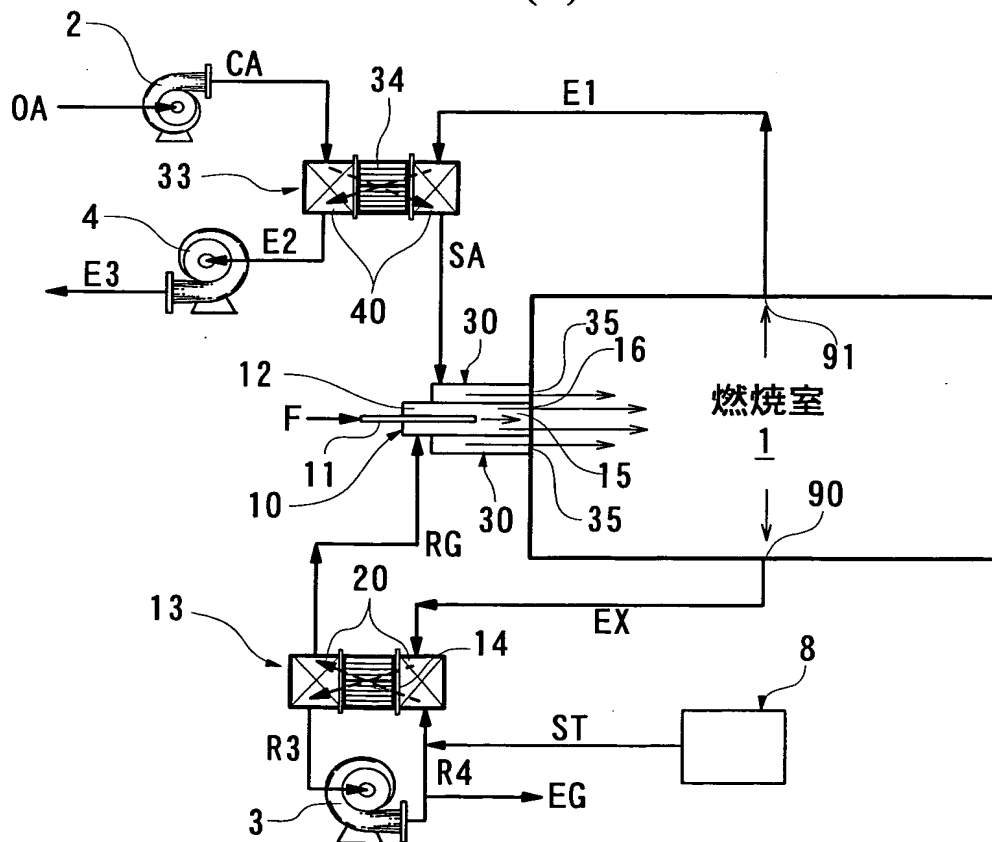


FIG.5

(A)



(B)



(A)

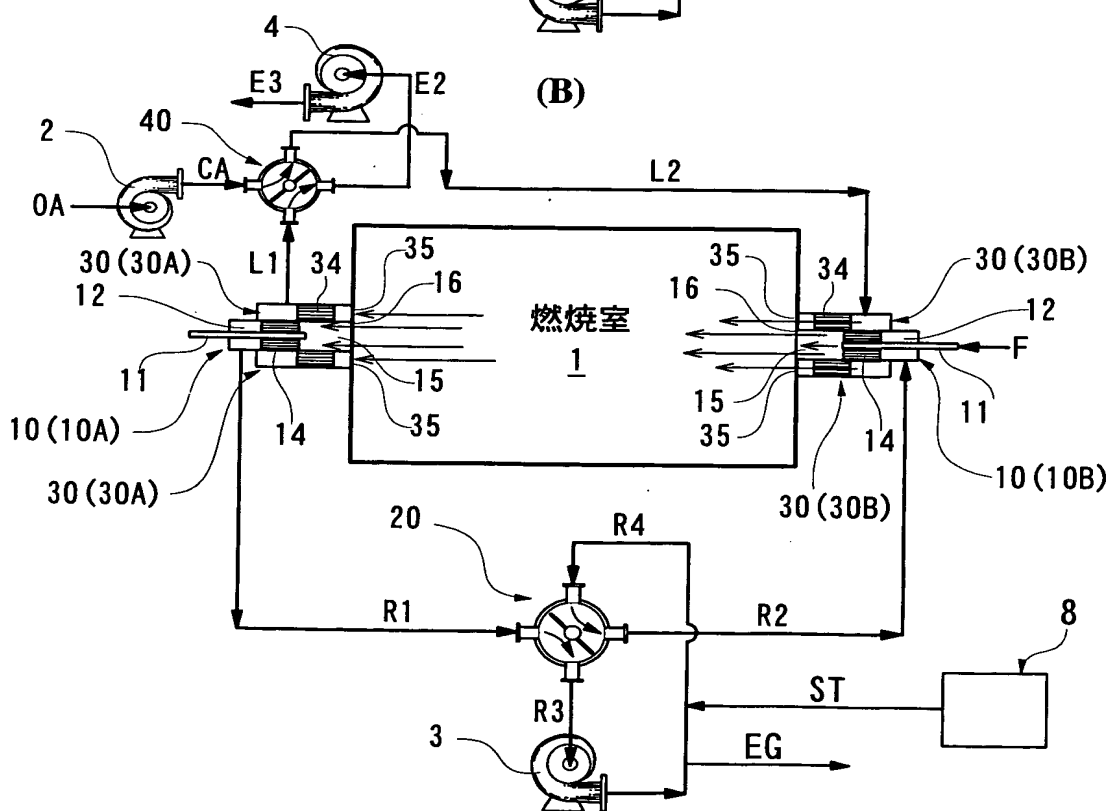


FIG.7

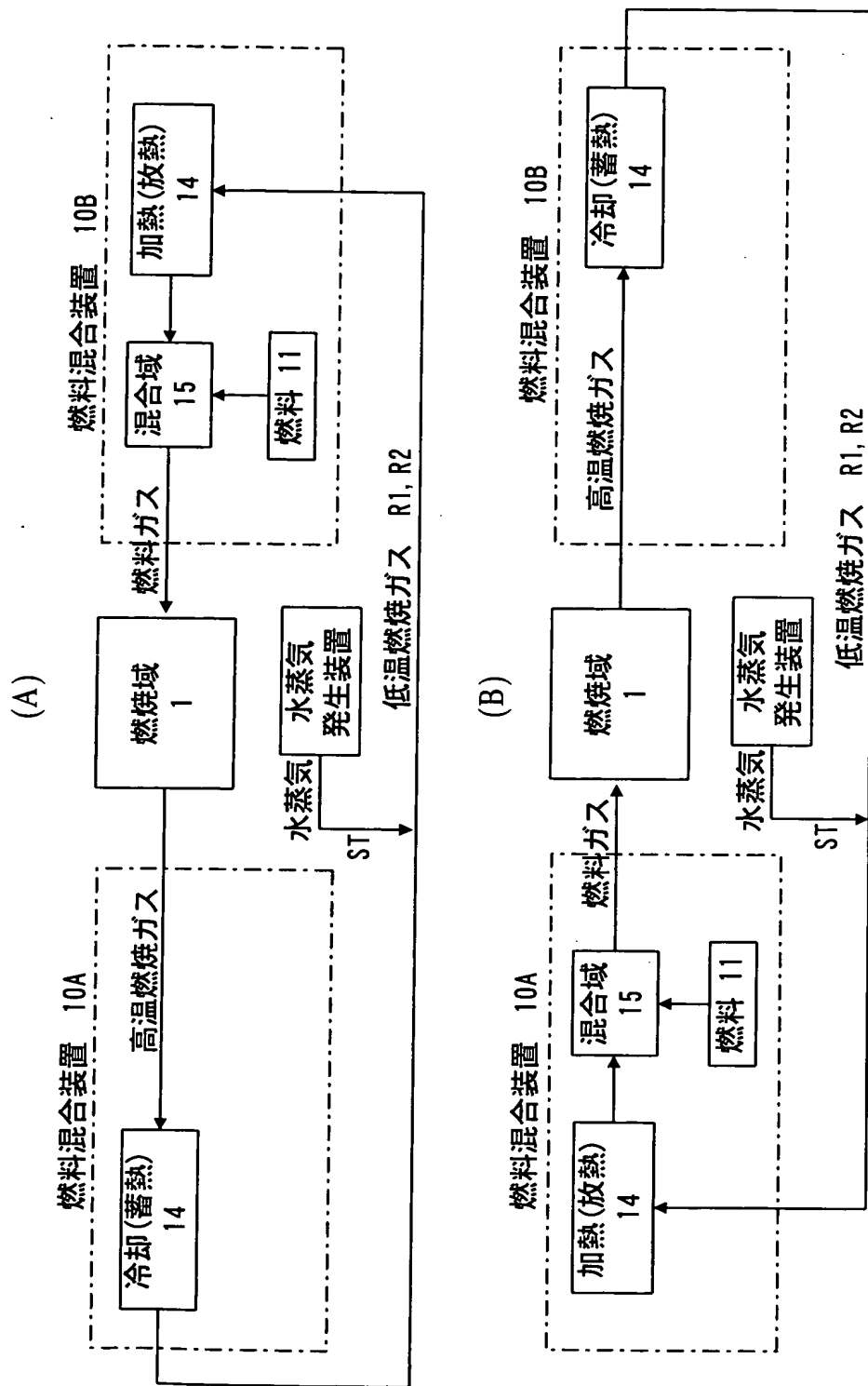


FIG.8

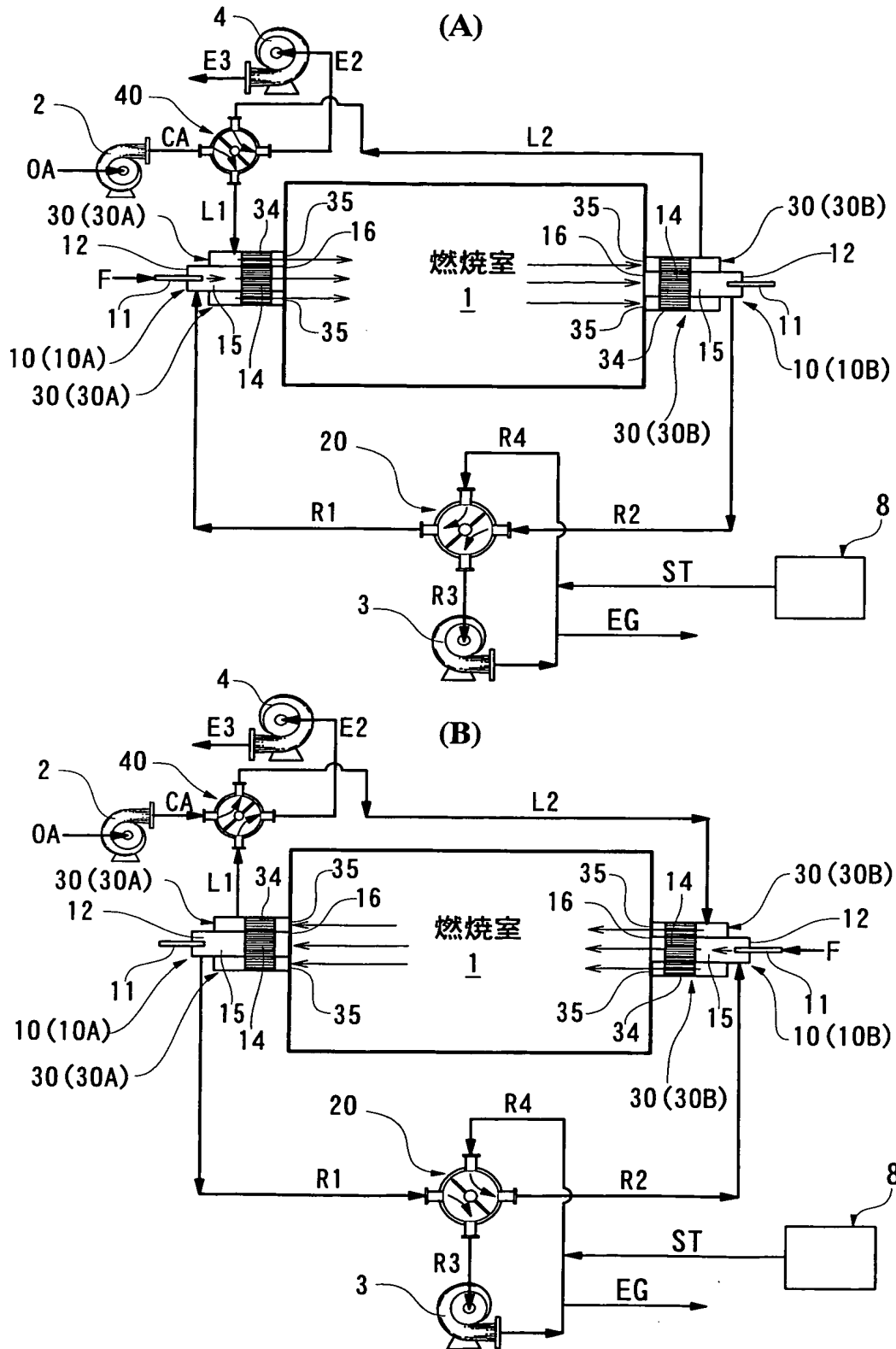
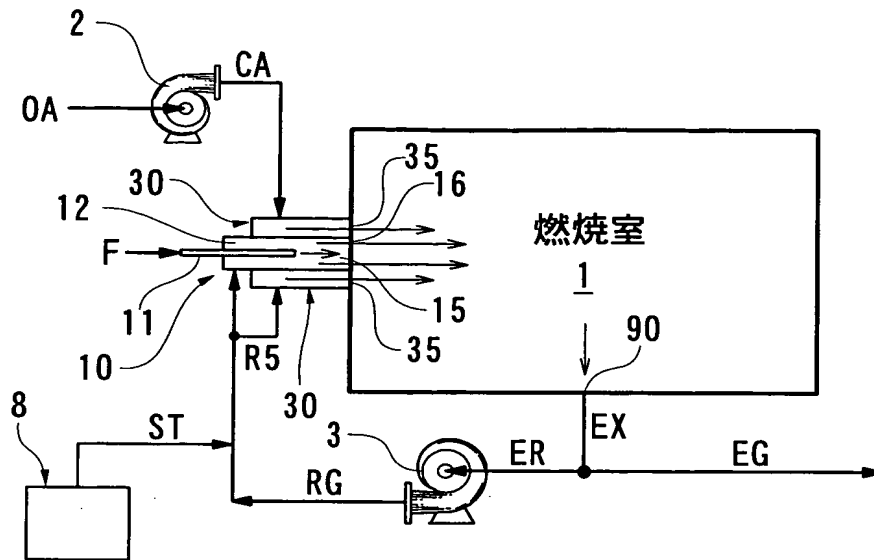


FIG.9

(A)



(B)

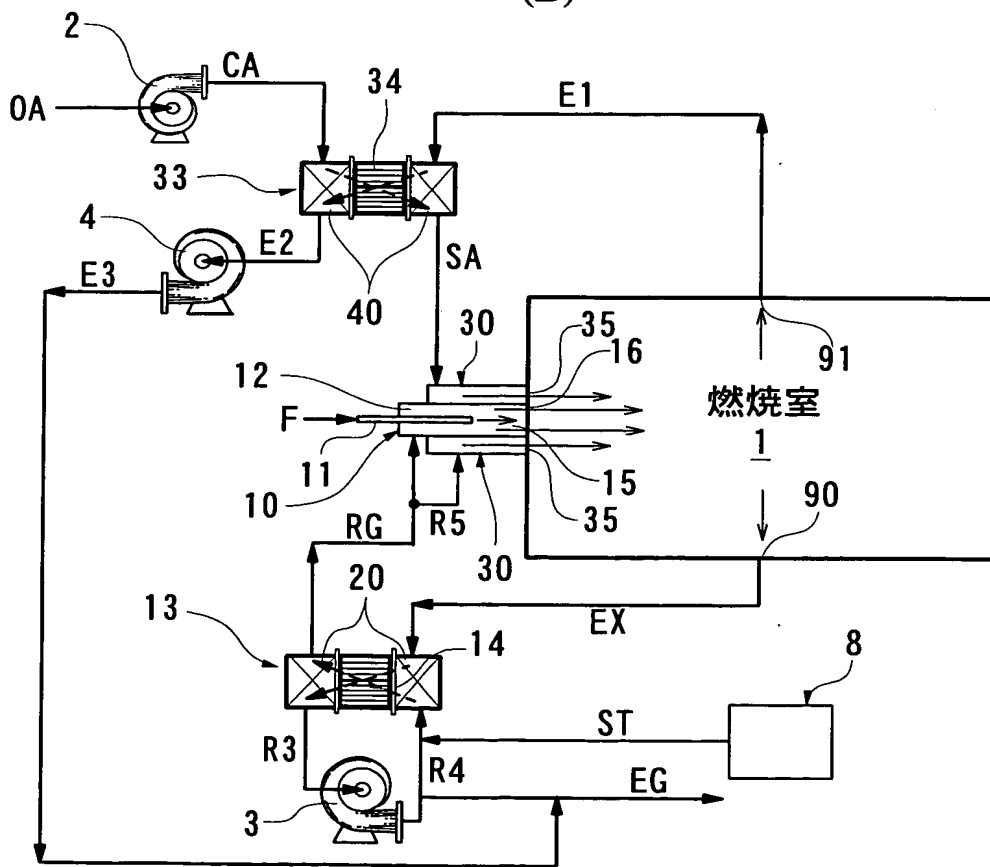


FIG.10

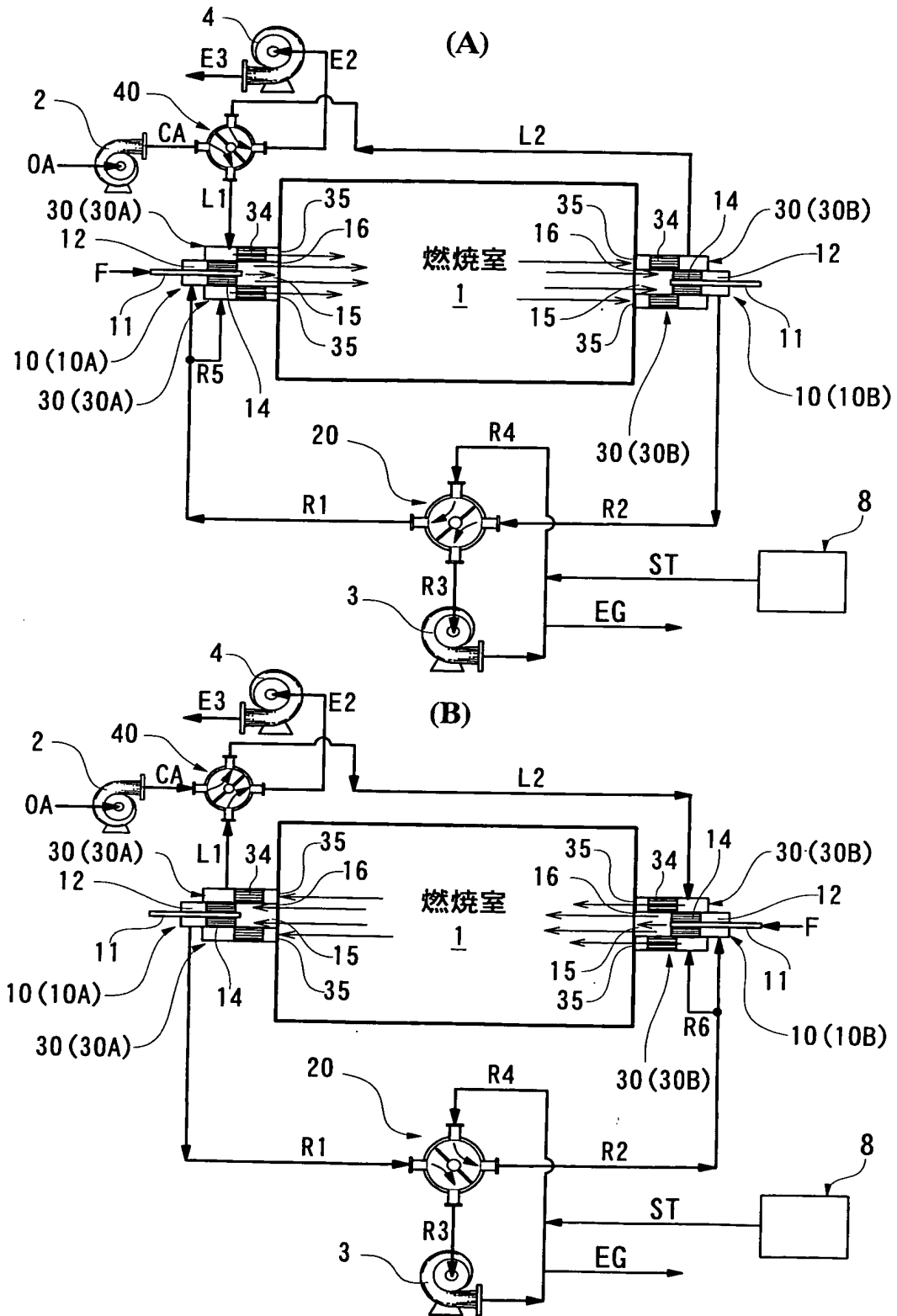


FIG.11

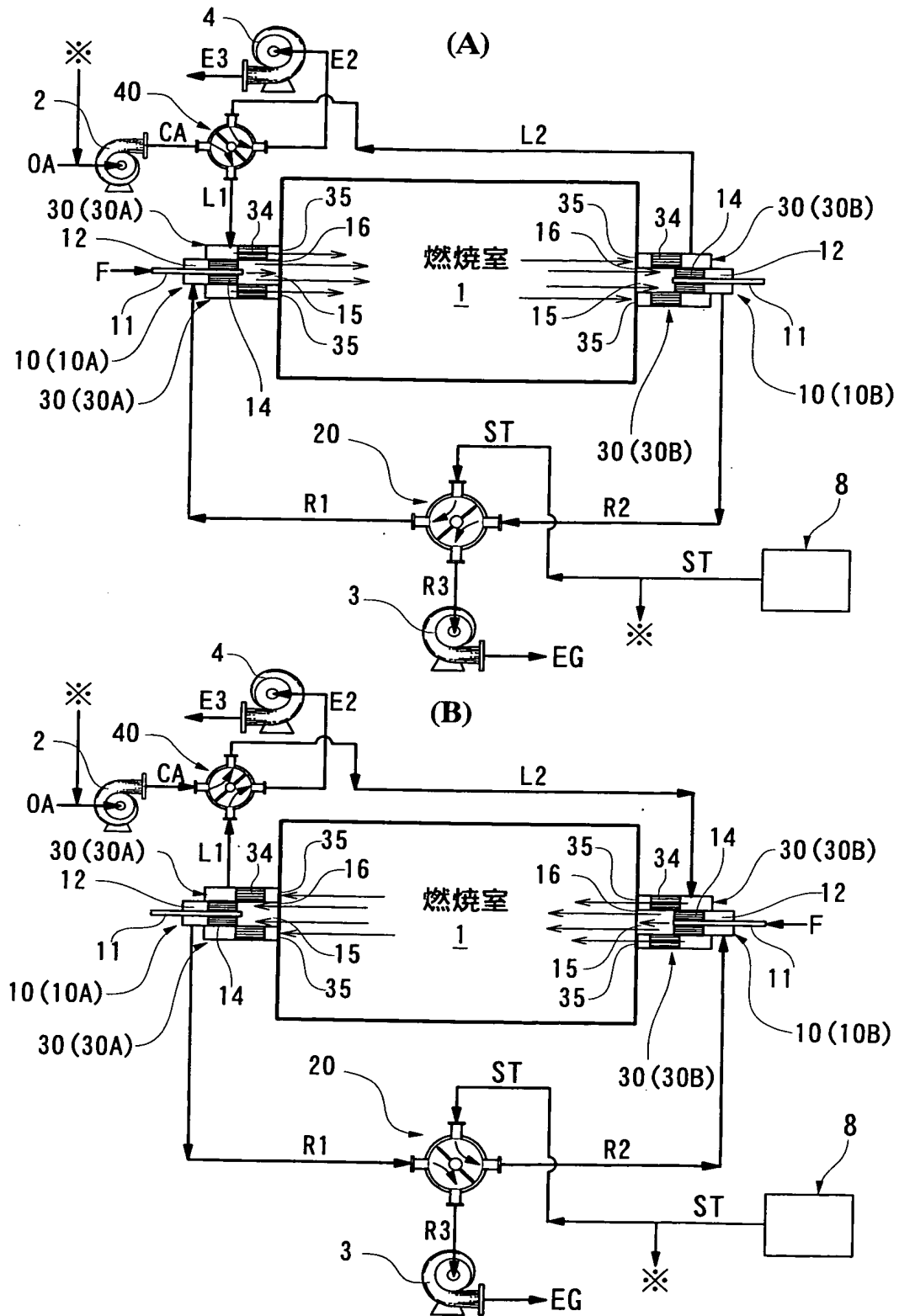


FIG.12

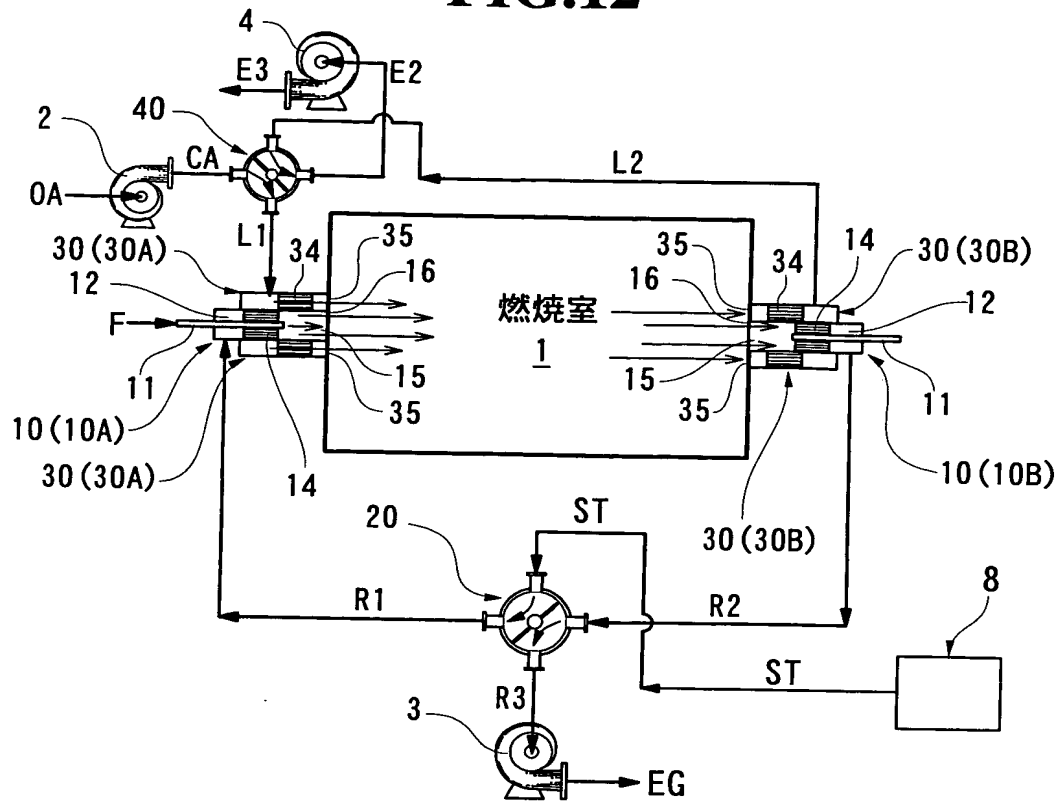
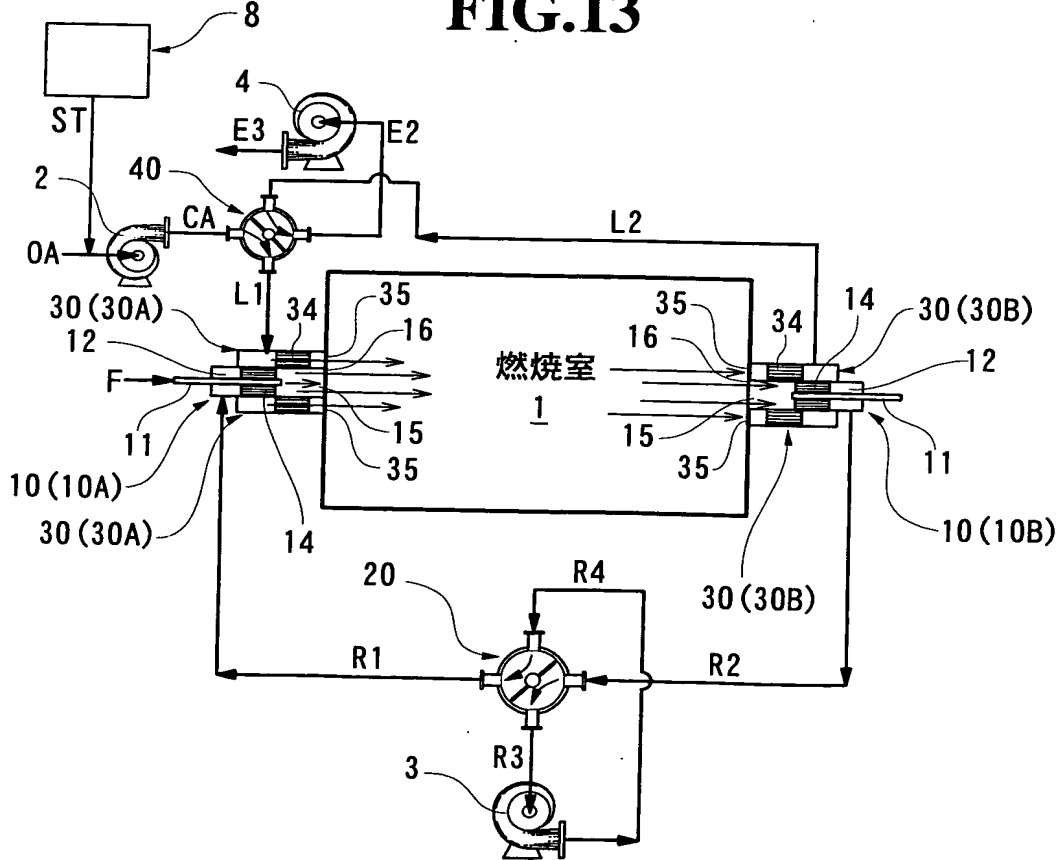


FIG.13



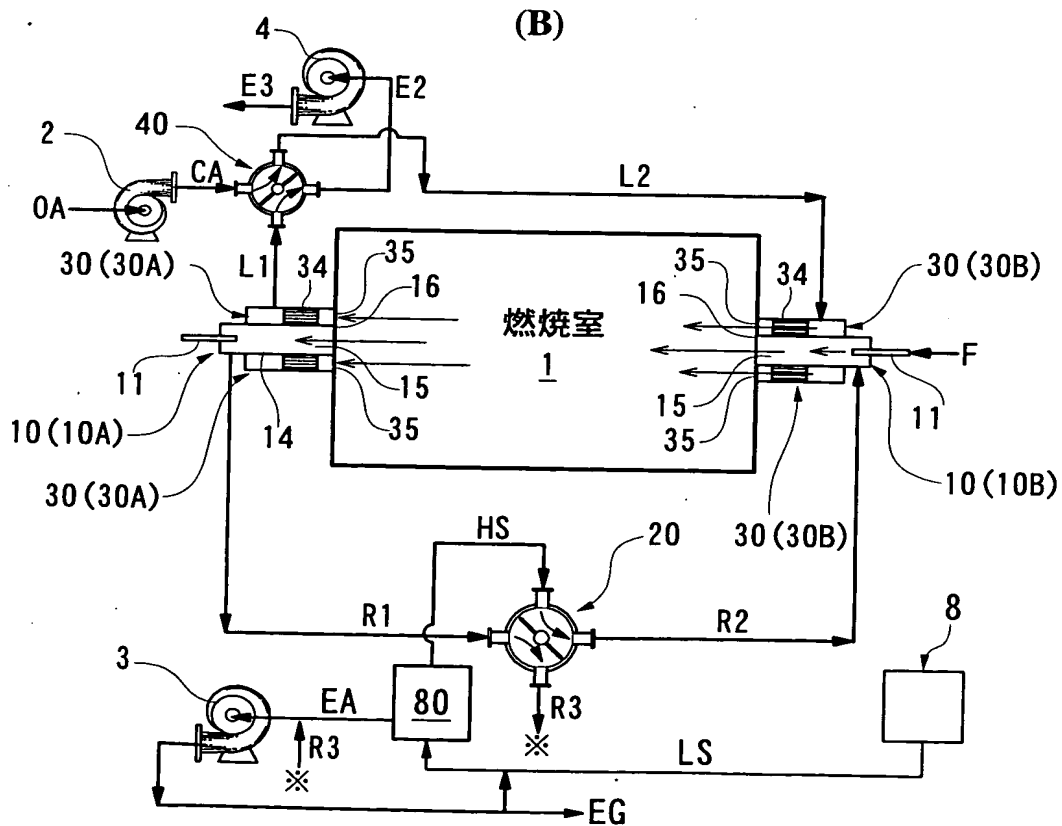
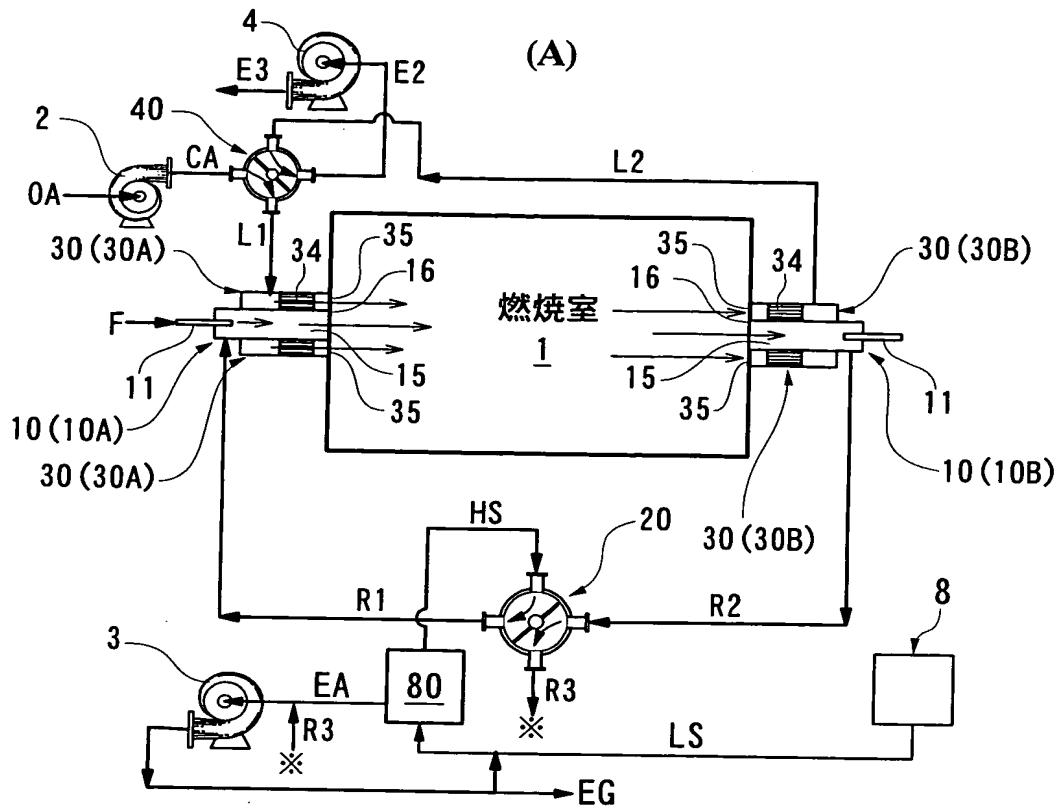




FIG.16

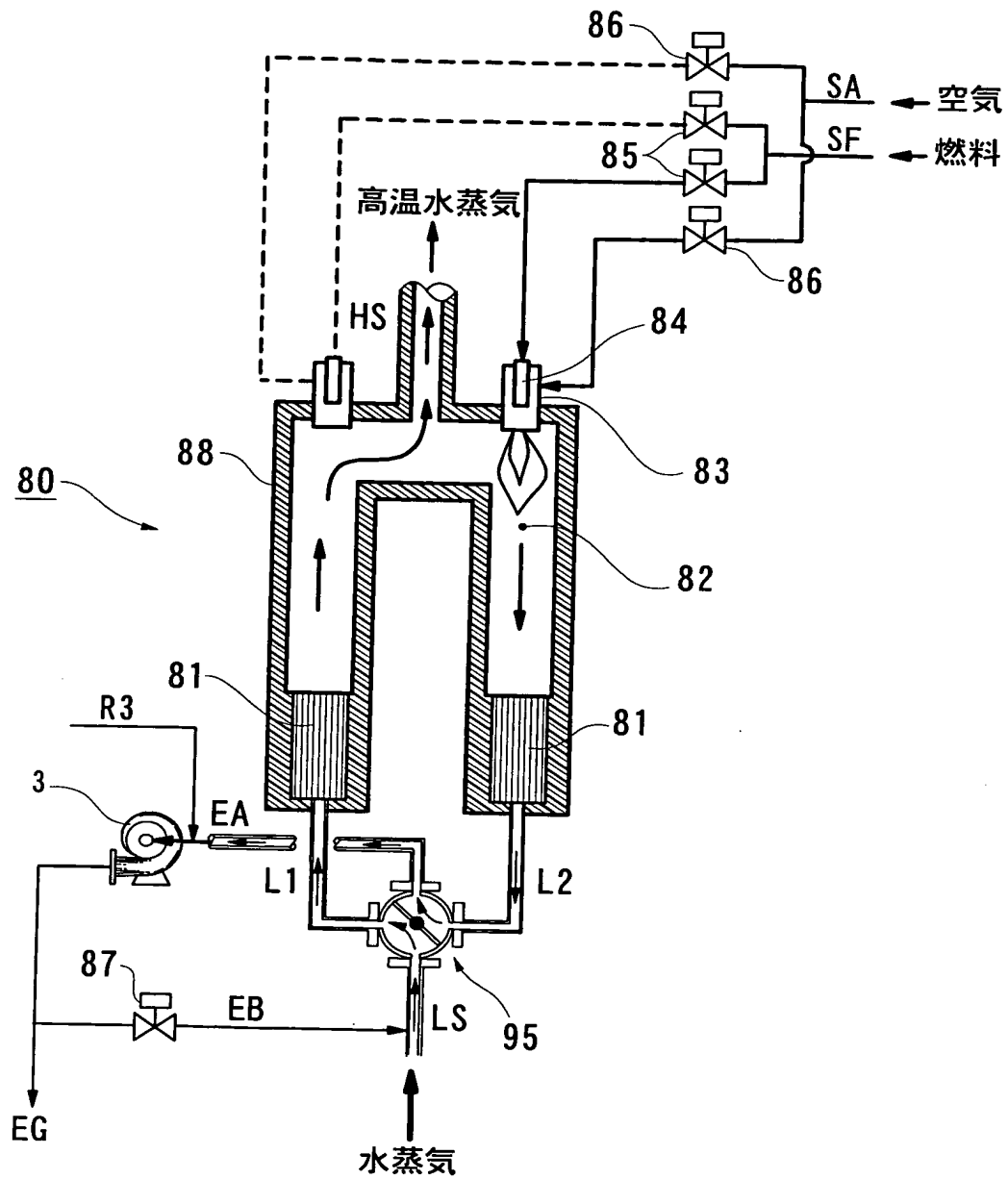
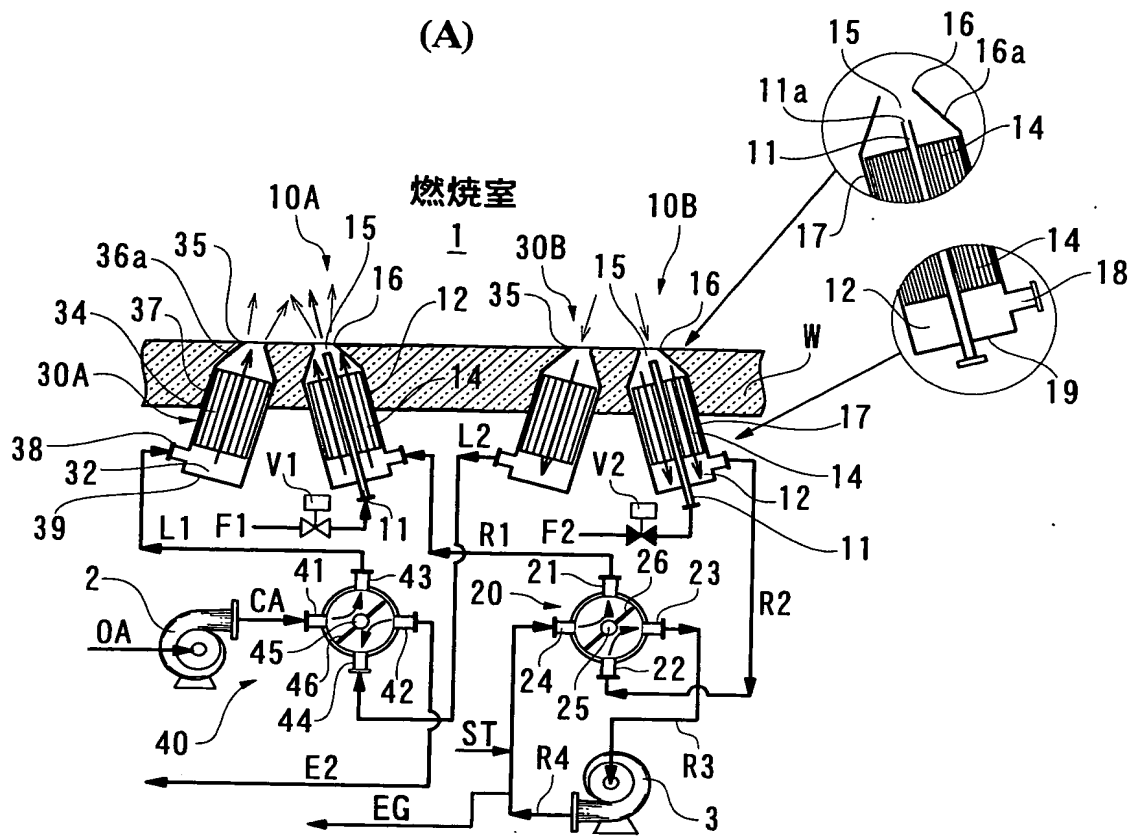


FIG.17

(A)



(B)

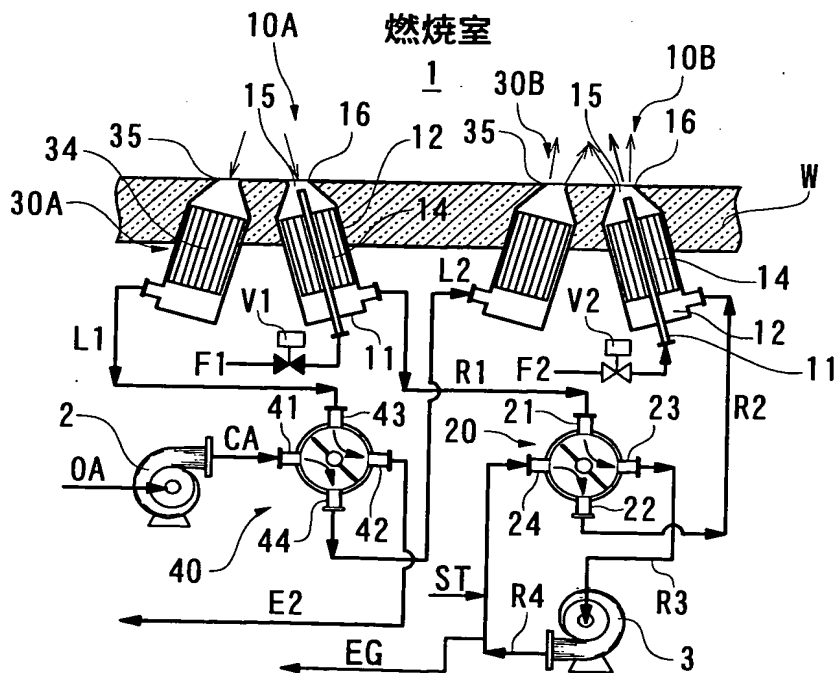


FIG.18

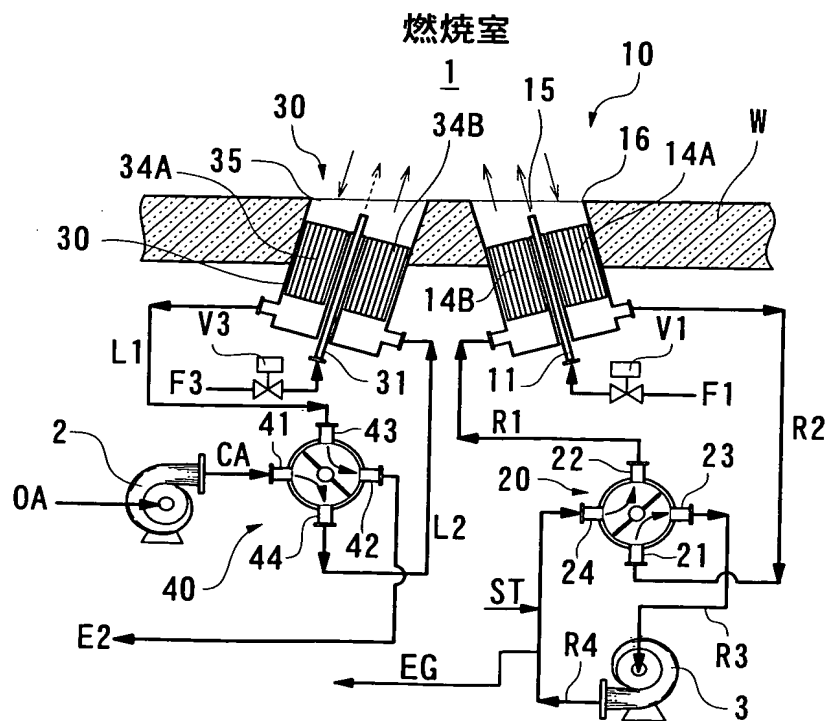
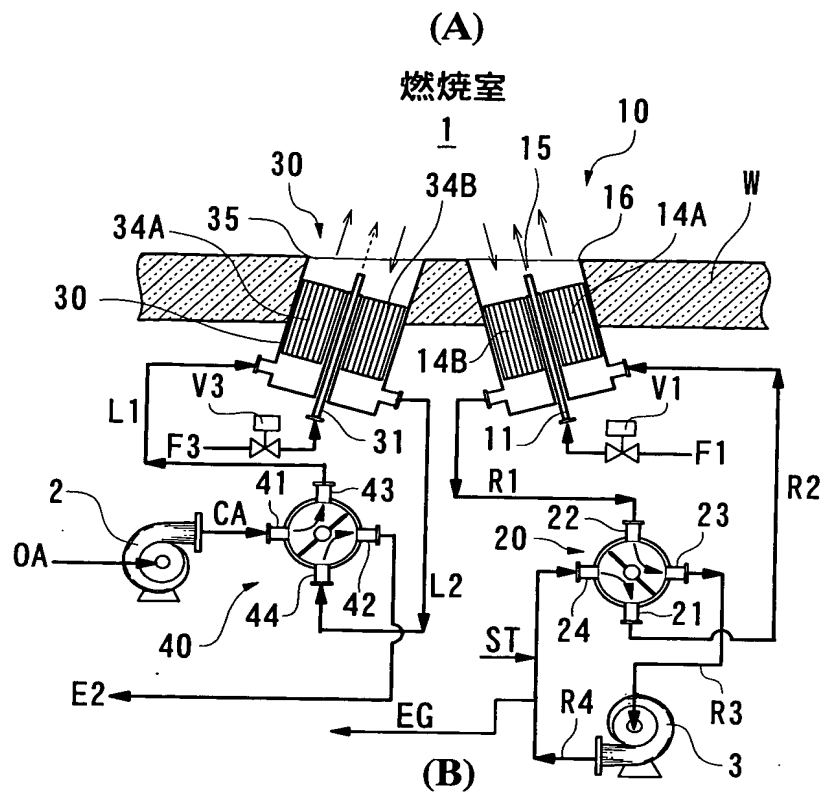


FIG.19

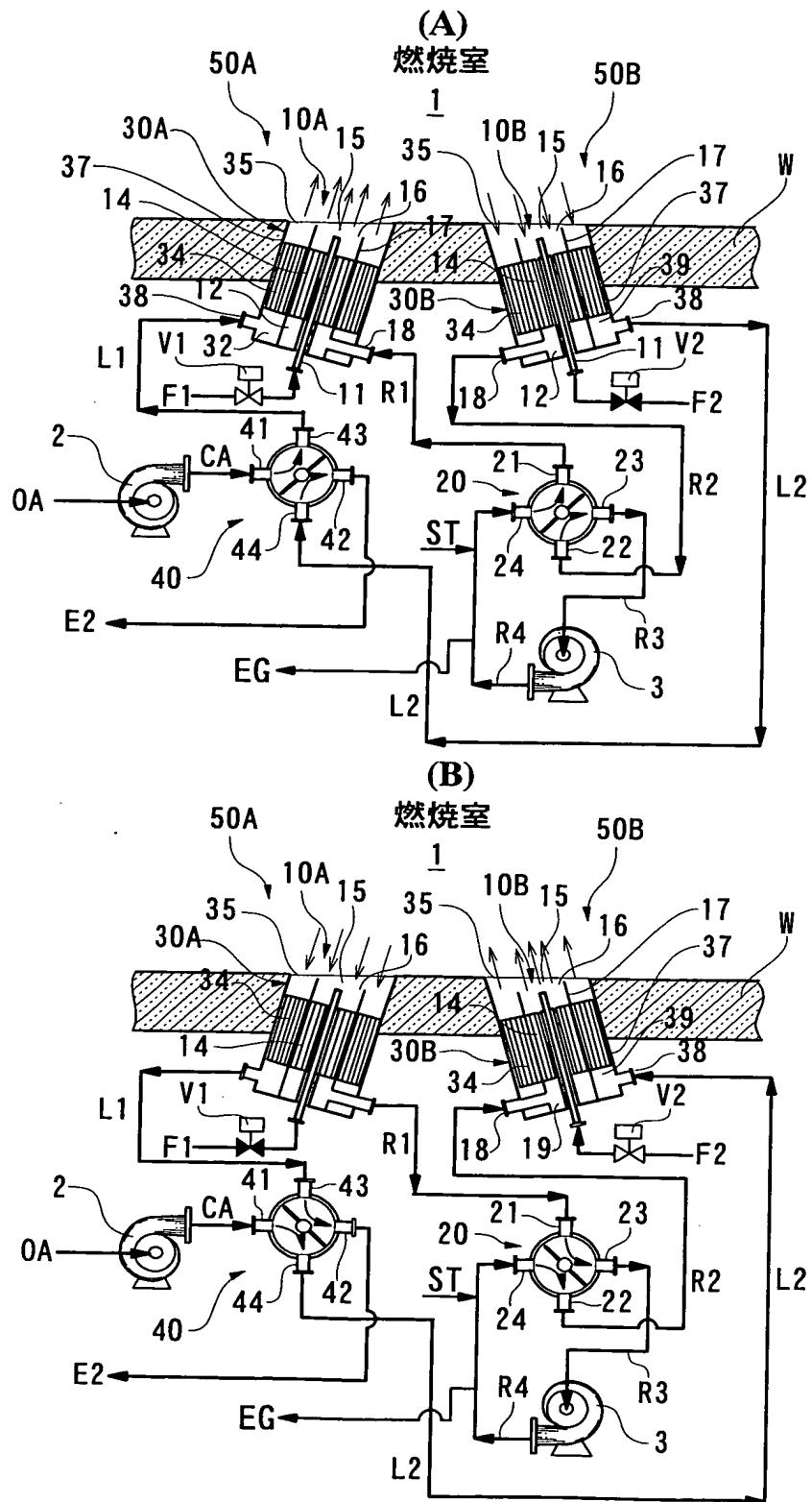
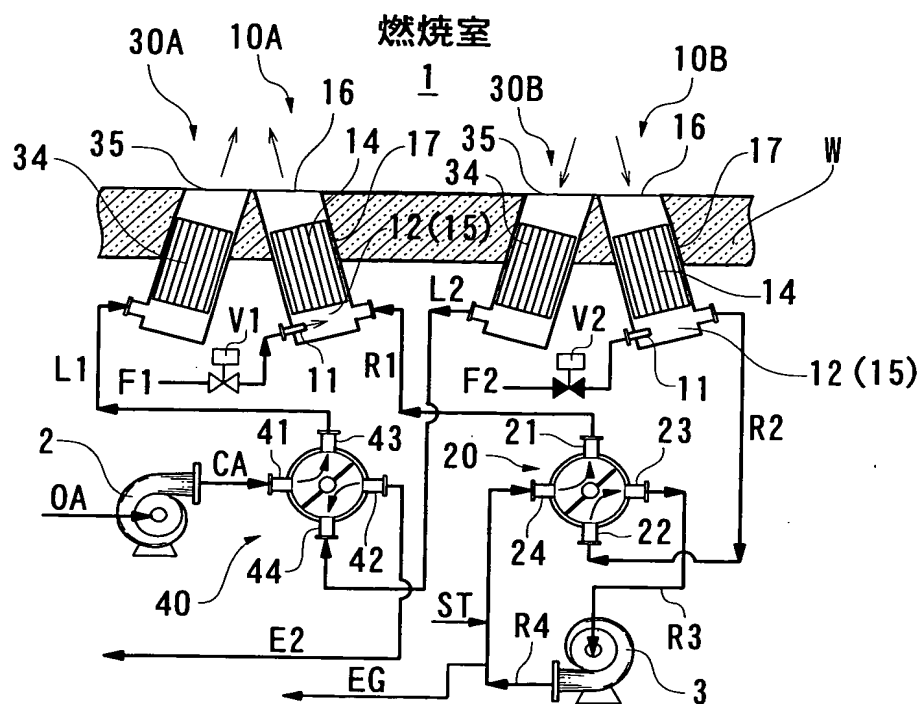


FIG.20

(A)



(B)

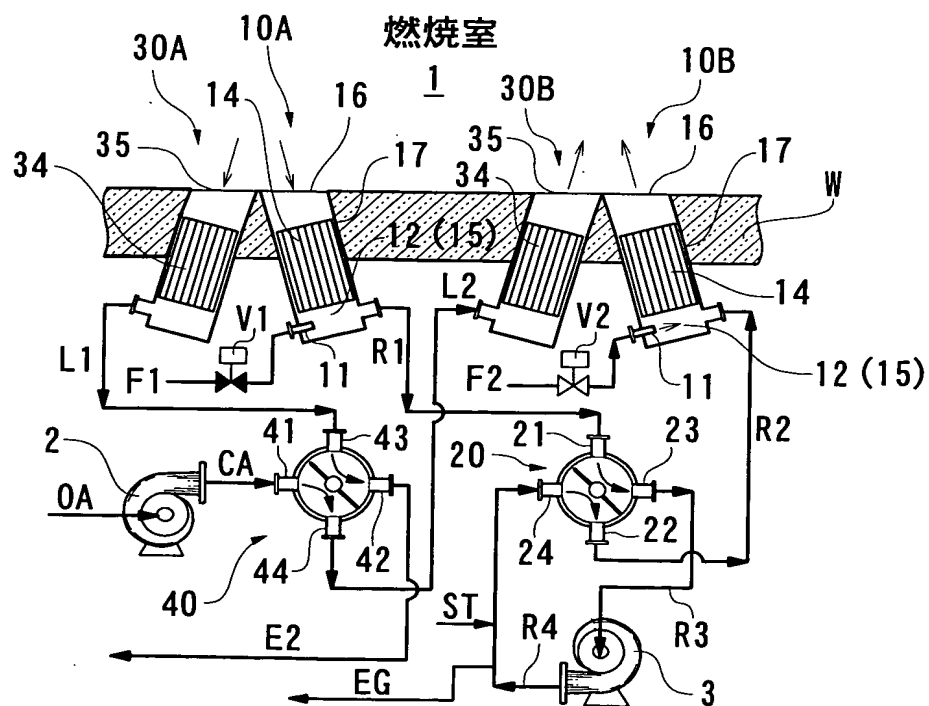
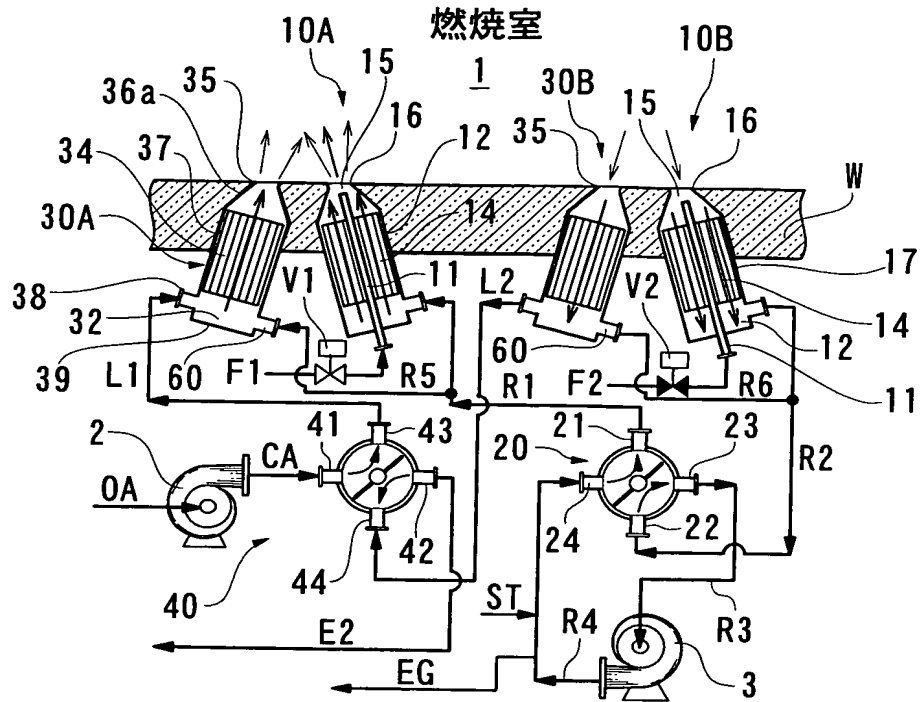
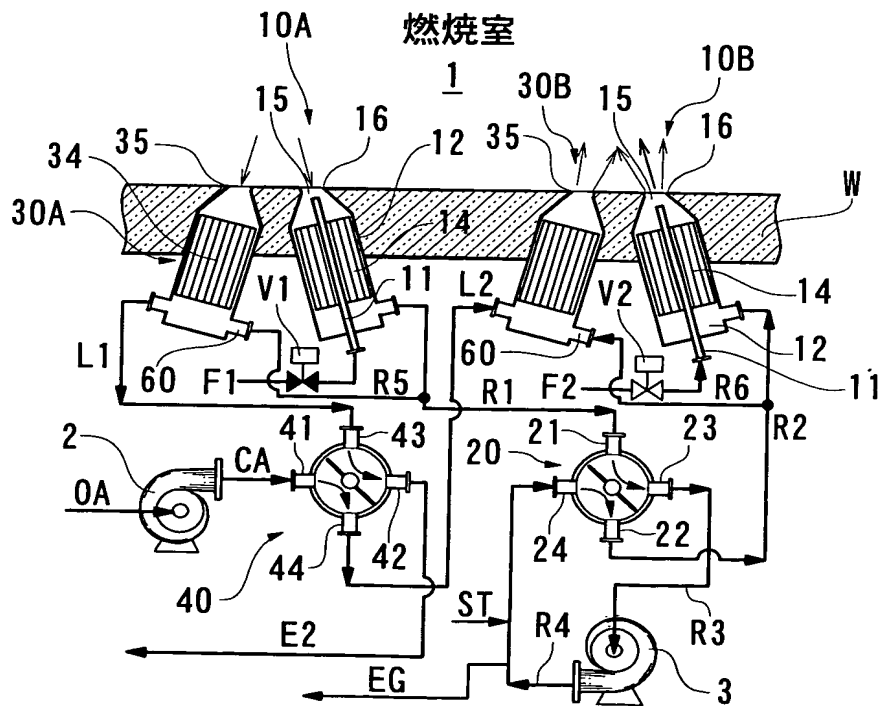


FIG.21

(A)



(B)



(A)

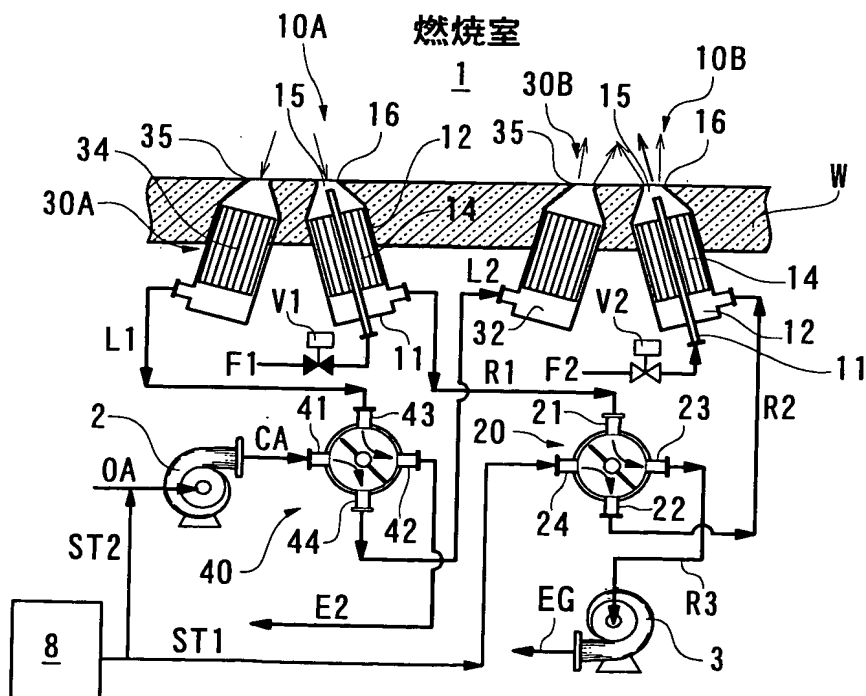


FIG.23

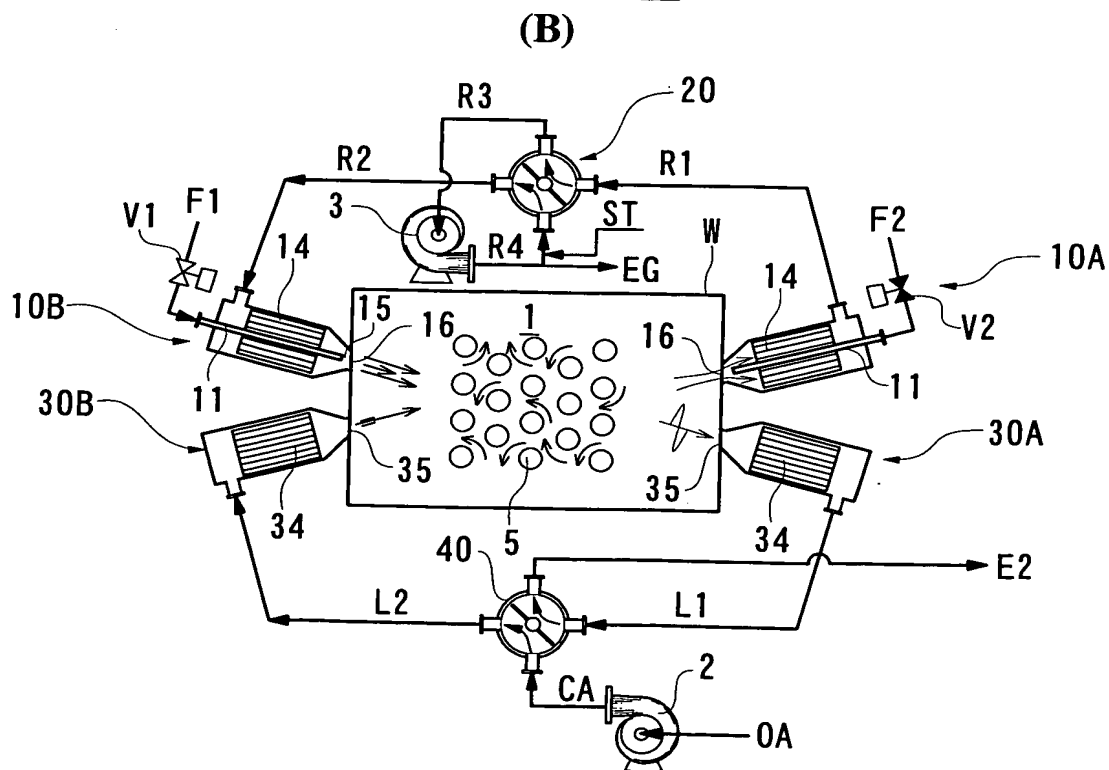
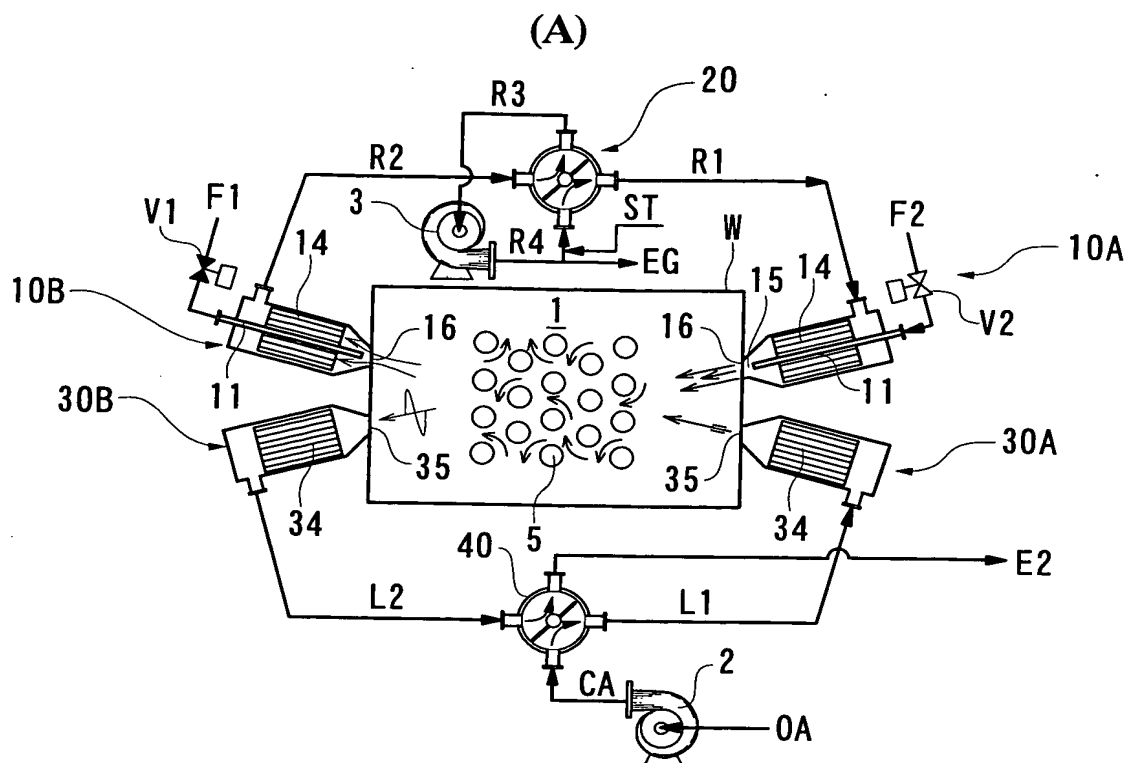
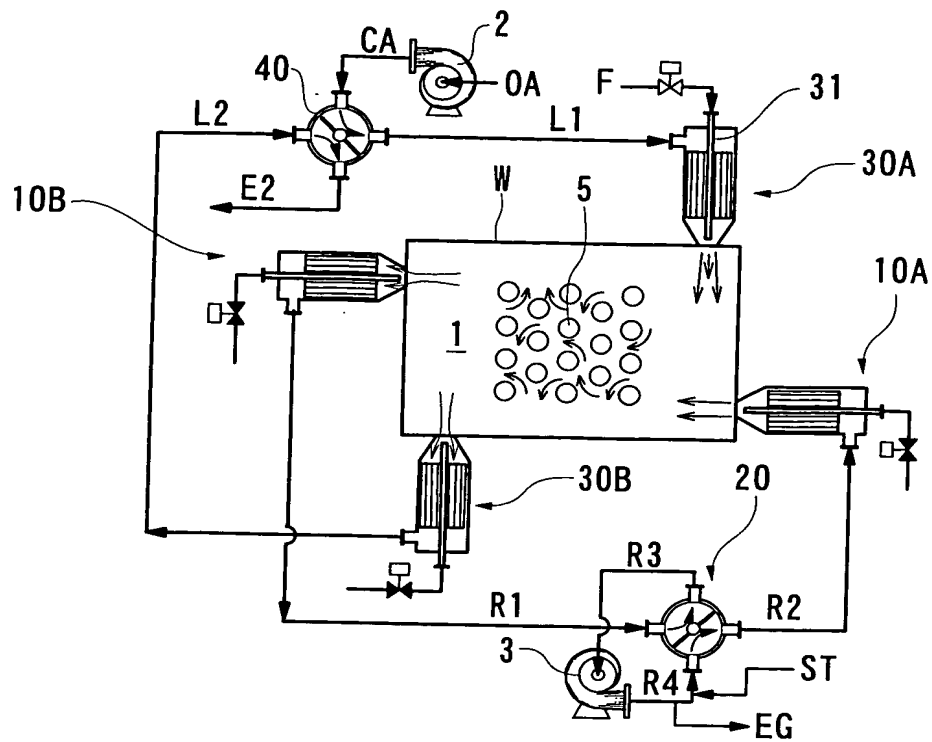


FIG.24

(A)



(B)

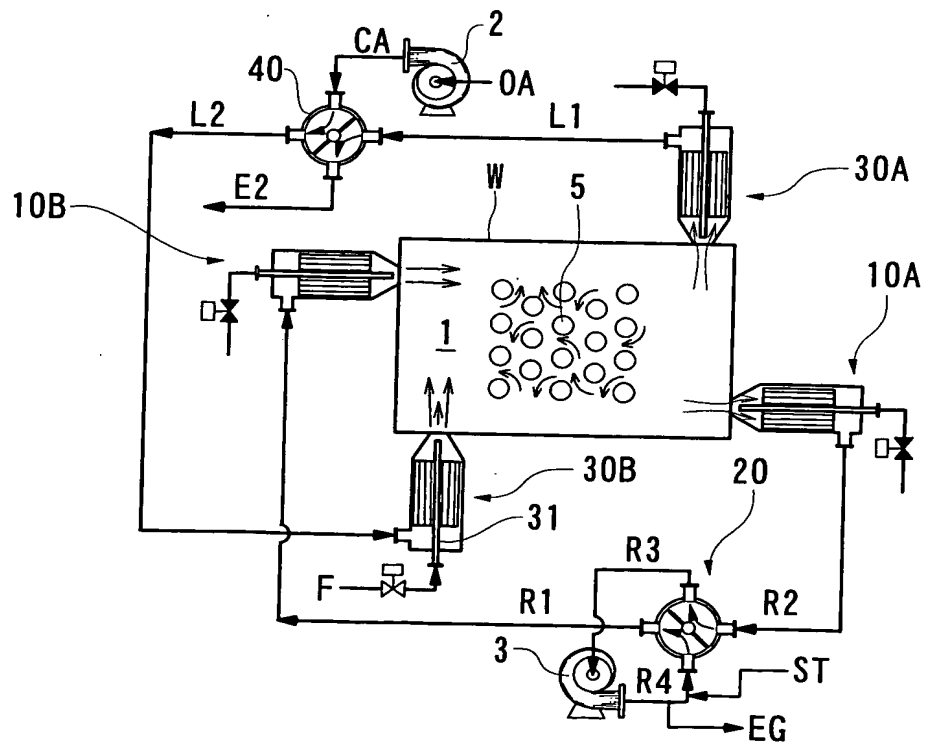


FIG.25

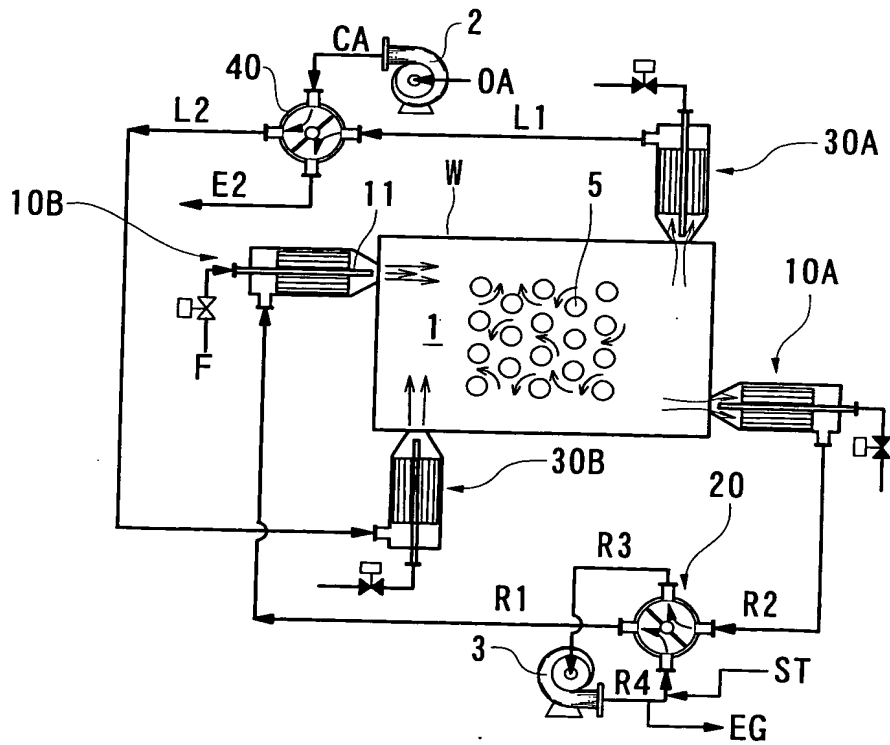
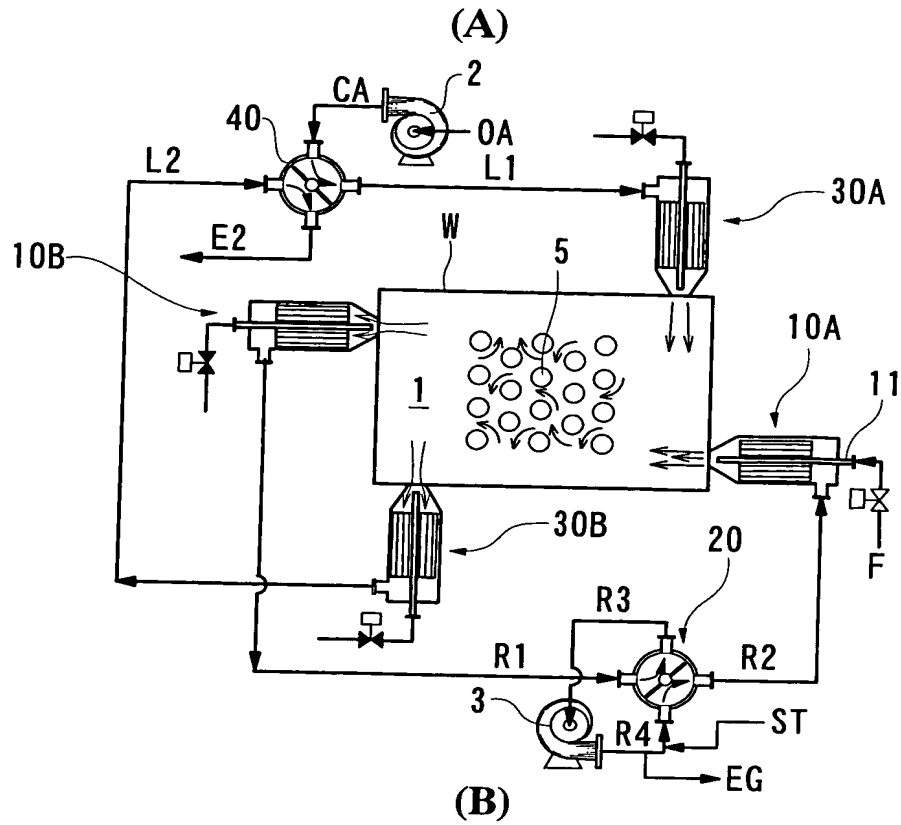
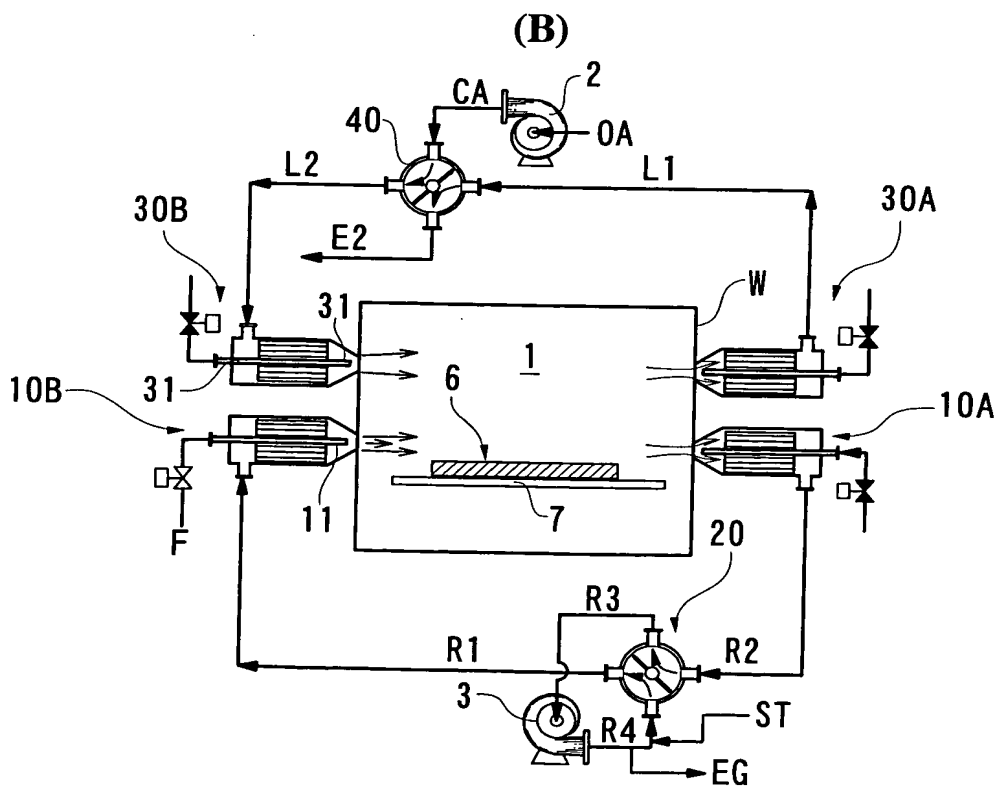
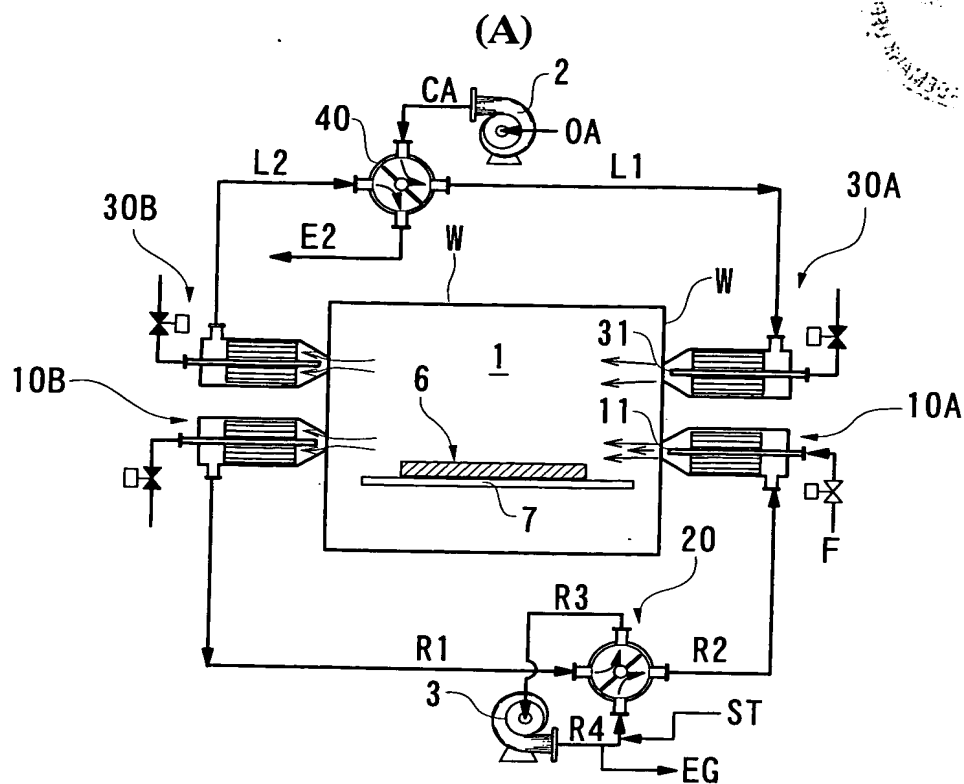
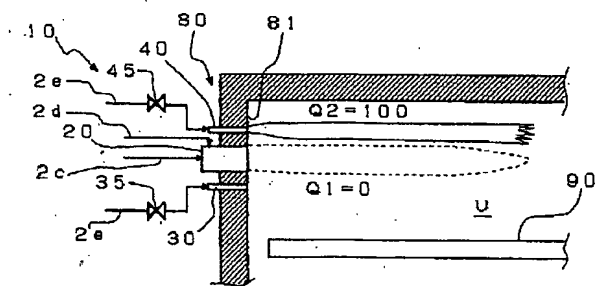


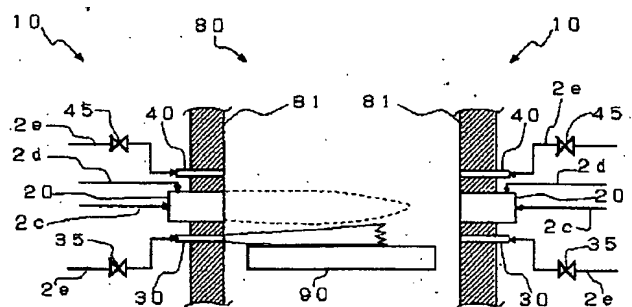
FIG.26



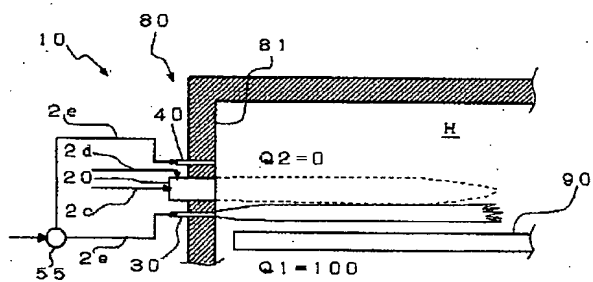
【図8】



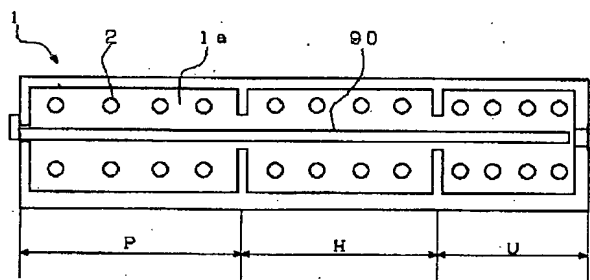
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

